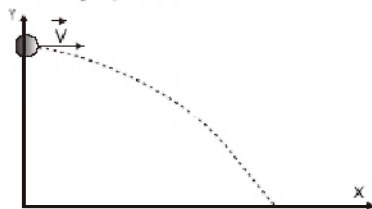


1. KINEMATYKA - zadania z arkusza I

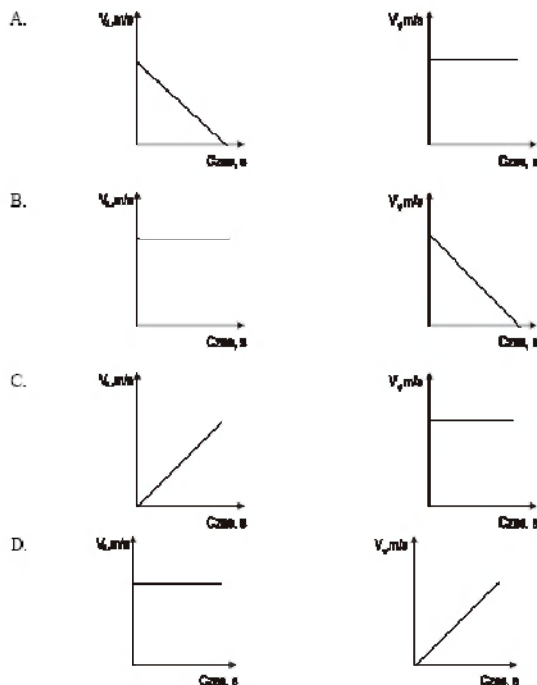
1.1

Zadanie 1. (1 pkt)

Koszykarz wyrzucił z autu piłkę na boisko.



Wskaż tę parę wykresów, która ilustruje zależności wartości składowych prędkości piłki od czasu.



1.2

Zadanie 2. (1 pkt)

Nieprawdą jest, że w ruchu jednostajnym po okręgu:

- siła dośrodkowa wykonuje pracę równą zero;
- przyspieszenie dośrodkowe zależy od masy ciała poruszającego się po okręgu;
- częstota kątowa jest odwrotnie proporcjonalna do okresu obiegu okręgu;
- prędkość liniowa zależy od iloczynu częstotliwości i promienia okręgu.

1.3

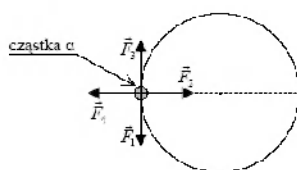
Zadanie 11. (3 pkt)

Statek pływa równolegle do brzegu między przystaniami po rzece, której nurt ma prędkość o wartości 1 m/s względem brzegu. Czas płynięcia statku z prądem rzeki wynosi 0,5 godziny, a pod prąd 1,5 godziny. Oblicz wartość prędkości tego statku względem wody znajdującej się w spoczynku.

1.4

Zadanie 1. (1 pkt)

Cząstka α porusza się po okręgu (rys.) z prędkością o stałej wartości i zmiennym kierunku.



Siłę zmieniającą prędkość przedstawia wektor

- $\vec{F}_1$
- $\vec{F}_2$
- $\vec{F}_3$
- $\vec{F}_4$

1.5

Zadanie 11. (2 pkt)

Po rzece, której nurt ma prędkość 1 m/s, płynie pod prąd motorówka. Wartość prędkości motorówki względem wody wynosi 3 m/s. Oblicz, ile sekund będzie trwał rejs motorówki między przystaniami oddległymi od siebie o 2000 m

1.6

Zadanie 12. (2 pkt)

W reklamie samochodu można przeczytać, że osiąga on szybkość 100 km/h w czasie 8 sekund. Oblicz przyspieszenie tego samochodu w jednostkach układu SI.

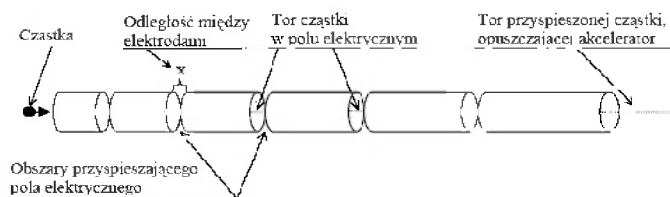
1.7

Zadanie 14. (3 pkt)

Prędkość w ruchu jednostajnie przyspieszonym można obliczyć, posługując się wzorem:

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

gdzie: v – prędkość w danej chwili, v_0 – prędkość początkowa, a – przyspieszenie, s – droga. W akceleratorze liniowym w celu zwiększenia prędkości naładowanej cząstki przepuszcza się ją przez jednakowe obszary pola elektrycznego, wytworzonego pomiędzy metalowymi elektrodami w kształcie rur. Przyjmij, że prędkość początkowa cząstki wprowadzonej do akceleratora jest tak mała, że możemy ją uznać za równą zero.



Wykaż, że wartość prędkości naładowanej cząstki po 5-tym przejściu przez obszar pola elektrycznego można zapisać wzorem

$$v = \sqrt{10ax}$$

jeżeli prędkość początkowa ładunku była równa zero. Przyjmij, że cząstka przyspieszana w polu elektrycznym porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

1.8

Zadanie 1. (1 pkt)

Dwaj kolarze zbliżali się do mety, jadąc jeden obok drugiego ruchem jednostajnym z prędkością 15 m/s. W odległości 100 m od mety jeden z nich przyspieszył i jadąc ruchem jednostajnie przyspieszonym po sześciu sekundach minął metę. W jakiej odległości od mety znajdował się wówczas drugi kolarz jadący do końca z niezmienną prędkością?

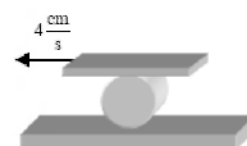
- 2,5 m
- 5 m
- 10 m
- 15 m

1.9

Zadanie 3. (1 pkt)

Pomiędzy nieruchomy stół i poruszającą się jak na rysunku linijkę włożono okrągły ołówek. Ołówek porusza się (zakładając, że nie występują poślizgi)

- w lewo z prędkością o wartości $4 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
- w prawo z prędkością o wartości $4 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
- w prawo z prędkością o wartości $2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
- w lewo z prędkością o wartości $2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

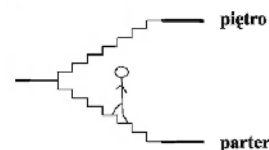


1.10

Zadanie 1. (1 pkt)

Tomek wchodzi po schodach z parteru na piętro. Różnica wysokości między parterem a piętrem wynosi 3 m, a łączna długość dwóch odcinków schodów jest równa 6 m. Wektor całkowitego przemieszczenia Tomka ma wartość

- 3 m
- 4,5 m
- 6 m
- 9 m



1.11

Zadanie 12. Krople deszczu (4 pkt)

Z krawędzi dachu znajdującego się na wysokości 5 m nad powierzchnią chodnika spadają krople deszczu.

12.1 (2 pkt)

Wykaż, że czas spadania kropli wynosi 1 s, a jej prędkość końcowa jest równa 10 m/s. W obliczeniach pominięj opór powietrza oraz przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

12.2 (2 pkt)

Uczeń, obserwując spadające krople ustalił, że uderzają one w chodnik w jednakowych odstępach czasu co 0,5 sekundy. Przedstaw na wykresie zależność wartości prędkości od czasu dla co najmniej 3 kolejnych kropli. Wykonując wykres przyjmij, że czas spadania kropli wynosi 1 s, a wartość prędkości końcowej jest równa 10 m/s.

1.12

Zadanie 19. Echo (3 pkt)

Jeżeli dwa jednakowe dźwięki docierają do ucha w odstępie czasu dłuższym niż 0,1 s są słyszane przez człowieka oddzielnie (powstaje echo). Jeśli odstępek czasu jest krótszy od 0,1 s dwa dźwięki odbieramy jako jeden o przedłużonym czasie trwania (powstaje pogłos). Oblicz, w jakiej najmniejszej odległości od słuchacza powinna znajdować się pionowa ściana odbijająca dźwięk, aby po kląsnięciu w dłoń słuchacz usłyszał echo. Przyjmij, że wartość prędkości dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s.

1.13

Zadanie 2. (1 pkt)

Uczeń rzucił mały kamień pionowo do góry. Kamień wznosił się na maksymalną wysokość 5 m i został złapany przez ucznia w miejscu, z którego został wyrzucony po upływie 2 s. Wartość prędkości średniej z jaką poruszał się kamień w czasie trwania całego ruchu, wynosi:

- około $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- około $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- około $2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

1.14

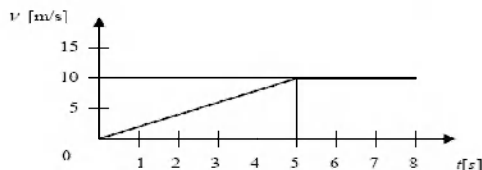
Zadanie 11. (3 pkt)

Staszek i Zygmunt wystartowali jednocześnie do wyścigu rowerowego. Do mety odległej o 36 km Zygmunt dojechał po 100 minutach, a Staszek po 2 godzinach. Zakładając, że jechali cały czas ze stałą prędkością, oblicz względną prędkość obu rowerzystów.

1.15

Zadanie 10. Samochód (3 pkt)

Na wykresie przedstawiono zależność pomiędzy wartością prędkości a czasem dla ruchu samochodu osobowego.



- Zapisz jakim rodzajem ruchu poruszał się samochód w przedziale czasu (0-5)s.
- Podaj wartość przyspieszenia samochodu między piątą, a ósmą sekundą ruchu.
- Oblicz drogę przebytą przez samochód w czasie pierwszych ośmiu sekund ruchu.

1.16

Zadanie 1. (1 pkt)

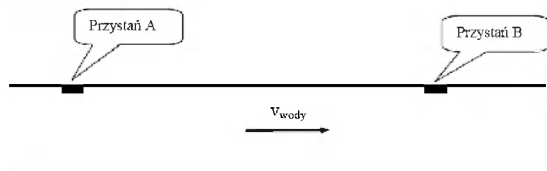
Samolot leciał najpierw 400 km na wschód, a następnie na północ. Przemieszczenie samolotu na całej trasie wyniosło 500 km. Droga przebyta przez ten samolot jest równa

- 500 km
- 700 km
- 800 km
- 900 km

1.17

Zadanie 11. Statek i tratwa (3 pkt)

Z przystani A wyruszają jednocześnie w dół rzeki statek i tratwa. Wartość prędkości statku względem wody wynosi 5 m/s. Statek dopływa po 10 minutach do przystani B, gdzie zabiera na pokład pasażerów, co trwa 20 minut. Gdy statek rusza z przystani B w stronę przystani A, to tratwa dociera do przystani B. Oblicz wartość prędkości tratwy. W obliczeniach przyjmij stałą wartość prędkości wody w rzece.



1.18

Zadanie 1. (1 pkt)

Pociąg jedzie po prostoliniowym torze ze stałą wartością prędkości. Pasażer przemieszcza się prostoliniowo prostopadle do kierunku ruchu pociągu. Można powiedzieć, że w każdej chwili

- wektor prędkości pasażera określony względem dowolnego układu odniesienia ma zawsze taką samą wartość.
- wektor prędkości pasażera określony względem szyn jest równy wektorowej sumie prędkości pociągu i prędkości pasażera względem pociągu.
- wartość prędkości pasażera określona względem szyn jest zawsze mniejsza od wartości prędkości pociągu.
- wartość prędkości pasażera określona względem szyn jest równa algebraicznej sumie prędkości pociągu i prędkości pasażera względem pociągu.

1.19

Zadanie 2. (1 pkt)

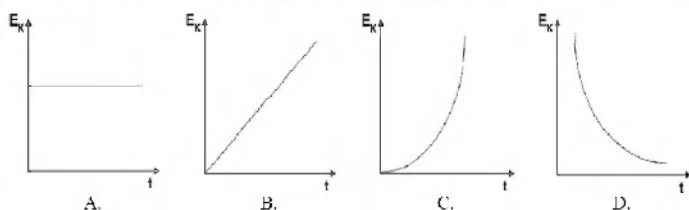
Brzeg krzeselka obracającej się karuzeli znajduje się w odległości 4 metrów od osi obrotu karuzeli. Wartość prędkości liniowej brzegu krzeselka jest równa 8 m/s. Karuzela obraca się z częstotliwością równą około

- 0,08 Hz.
- 0,16 Hz.
- 0,32 Hz.
- 0,64 Hz.

1.20

Zadanie 7. (1 pkt)

Autobus porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym po linii prostej. Zależność energii kinetycznej tego autobusu od czasu prawidłowo przedstawiono na wykresie



1.21

Zadanie 2. (1 pkt)

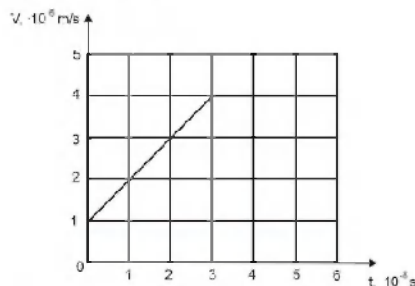
Długość wskazówki minutowej zegara na wieży kościelnej wynosi 1,2 m, a godzinowej 1 m. Stosunek wartości prędkości liniowej końca wskazówki godzinowej do minutowej wynosi

- 1 : 12
- 1 : 14,4
- 1,2 : 1
- 6,28 : 1,2

1.22

Zadanie 11. (2 pkt)

Zależność prędkości elektronu poruszającego się w lampie oscyloskopowej od czasu jego ruchu przedstawiono poniżej na wykresie



Oblicz drogę, jaką przebył elektron podczas ruchu w przyspieszającym polu elektrycznym.

1.23

Zadanie 13. (5 pkt)

Uczniowie, by wyznaczyć przyspieszenie z jakim spadają ciała w powietrzu, spuszczały bez prędkości początkowej kulkę z ostatniego pietra wieżowca. Na poszczególnych piętrach znajdowały się stanowiska pomiarowe, gdzie odczytywano pośrednie czasy spadania kulki. W tabeli zamieszczono wyniki dokładnych pomiarów uzyskanych przez uczniów podczas mierzenia czasów ruchu kulki.

Pietro	11	10	8	6	4	2	1	0
Droga przebyta przez kulkę [m]	0	2,5	5	10	15	20	25	27
Czas spadania kulki stalowej [s]	0	0,79	1,11	1,58	1,93	2,24	2,5	2,6

Narysuj wykres zależności drogi przebytej przez kulkę od czasu jej spadania. Czy po przeprowadzeniu doświadczenia uczniowie mogli zapisać wniosek, że kulka spadała swobodnie? Uzasadnij odpowiedź.

1.24

Zadanie 13. (4 pkt)

Oblicz wartość siły, z jaką siłacz musiałby działać na ciężar o masie 100 kg, jeżeli chciałby podnieść go na wysokość 0,5 m w czasie 1 sekundy ruchem jednostajnie przyspieszonym.



1.25

Zadanie 11. Motocyklista (4 pkt)

Oblicz wartość średniej prędkości motocyklisty na prostoliniowym odcinku drogi jeśli pierwszą połowę odcinka drogi przebył z średnią prędkością o wartości 40 km/h, a drugą połowę z prędkością o wartości 60 km/h.

1.26

3. Szybkość względna dwóch mijających się samochodów wynosi 108 km/h. Jeżeli pierwszy z nich porusza się z szybkością 20 m/s, to szybkość drugiego wynosi:

- 180 km/h
- 128 km/h
- 88 km/h
- 36 km/h

1.27

Zadanie 14. Bracia (4 pkt)

Dwaj bracia wracający ze szkoły nie zdążyli wsiąść do tramwaju. Jeden z nich pośzedł z prędkością 5 km/h do domu odległego o 2 km, drugi zaczął na tramwaj, który przyjechał po 10 minutach. Tramwaj poruszał się ze średnią prędkością 24 km/h.

a) Sporządź wykres zależności prędkości od czasu dla obu braci.

b) Oblicz, który z braci był wcześniej w domu.

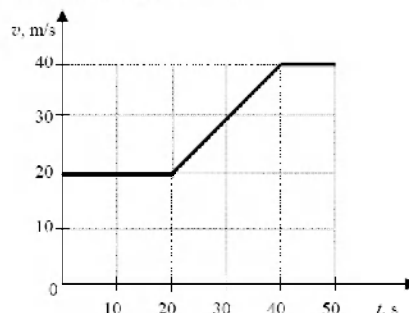
c) Jaka była średnia prędkość drugiego brata w drodze ze szkoły do domu?

1.28

Zadanie 12. Samochód (3 pkt)

Wykres przedstawia zależność prędkości poruszającego się samochodu od czasu. Po upływie 50 sekund ruchu przy prędkości o wartości 40 m/s samochód rozpoczyna hamowanie. Droga hamowania jest równa drodze przebytej przez samochód w ciągu pierwszych 50 s ruchu przedstawionego na wykresie.

Oblicz czas, po jakim samochód zatrzyma się. Przyjmij, że podczas hamowania porusza się on ruchem prostoliniowym jednostajnie opóźnionym.



1.29

4. Karuzela wykonała w ciągu 2 minut 60 obrotów. Jeżeli karuzela obracała się ze stałą prędkością kątową, to okres ruchu karuzeli wynosi:

- A) 0,5 s B) 2 s C) 30 s D) 60 s

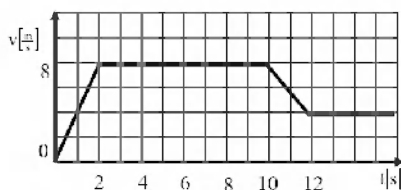
A	☒	C	D
---	-------------------------------------	---	---

1.30

Zadanie 1. (1 punkt)

Wykres przedstawia zależność prędkości biegnącego od czasu. W ciągu 16 s przebiegł on drogę:

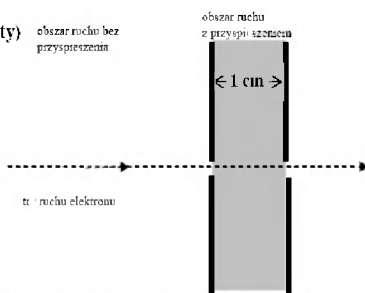
- A) 200 m
B) 100 m
C) 128 m
D) 196 m



1.31

Zadanie 13. Lampa kineskopowa (3 punkty)

W lampie kineskopowej elektron poruszający się z prędkością początkową o wartości $1,5 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$ wpada w obszar o długości 1 cm, w którym jest przyspieszany polem elektrycznym. Wylatuje z tego obszaru z prędkością o wartości $5,7 \cdot 10^5 \frac{m}{s}$. Oblicz przyspieszenie elektronu przy założeniu, że było ono stałe.



1.32

Zadanie 1. (1 pkt)

O tym, że siły działające na Księżyc się nie równoważą, możemy wnioskować na podstawie tego, że

- A. Księżyc porusza się po torze krzywoliniowym.
B. okres obiegu Księżyca dookoła Ziemi jest większy niż okres obrotu Ziemi wokół osi.
C. Księżyc jest zwrócony do Ziemi zawsze tą samą stroną.
D. okres obiegu Księżyca wokół Ziemi jest równy okresowi jego obrotu wokół osi.

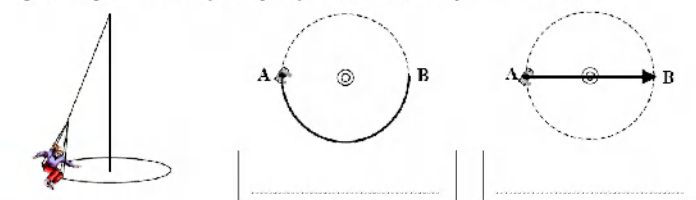
1.33

Zadanie 11. Karuzela (3 pkt)

Siedzące na krzesłku karuzeli dziecko poruszało się tak jak pokazano na rysunku. Odległość dziecka od osi obrotu karuzeli wynosi 2 m.

11.1. (1 pkt)

Wpisz w odpowiednich miejscach pod rysunkami określenia: *przemieszczenie i tor*.



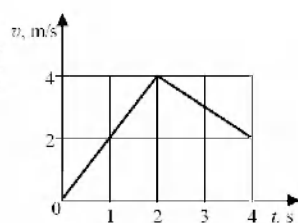
11.2. (2 pkt)

Oblicz drogę przebytą przez dziecko z A do B.

1.34

Zadanie 12. Rowerzysta (2 pkt)

Wykres przedstawia zależność wartości prędkości rowerzysty poruszającego się po prostej, od czasu. Oblicz wartość prędkości średniej, z jaką poruszał się rowerzysta w czasie 4 sekund.



1.35

Zadanie 14. Narciarz (2 pkt)

Narciarz stojący na zboczu góry, o stałym nachyleniu, rozpoczął zjazd i po przebyciu drogi 60 m osiągnął prędkość o wartości 12 m/s. Oblicz wartość przyspieszenia narciarza. Załóż, że narciarz poruszał się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

1.36

Zadanie 1. (1 pkt)

Swawolny Dyzio prowadzi sportowy samochód. Gwałtownie rusza spod domu i rozpędza samochód ze stałym przyspieszeniem do prędkości 28 m/s (około 100 km/godz.) w czasie 10s. Drogę, jaką musi przebyć, aby osiągnąć tę prędkość wynosi:

- A) 28 m, B) 100 m, C) 140 m, D) 280 m.

1.37

Zadanie 12. (3 pkt)

Paweł mieszka w odległości 10 km (10^4 m) od szkoły. Jadąc pewnego dnia samochodem do szkoły jechał przez pierwsze 4 km pustą ulicą ze średnią prędkością 60 km/h (16,7 m/s). Na pozostałej części drogi do szkoły był duży ruch, jechał więc ze średnią prędkością 10 km/h (2,78 m/s). Oblicz ile czasu jechał Paweł do szkoły? Wyznacz średnią prędkość samochodu Pawła.

1.38

Zadanie 15. (2 pkt)

Promień koła roweru Jasia wynosi 0,36 m. Ile czasu trwa pełny obrót koła, gdy Jasię jedzie swoim rowerem z prędkością 5 m/s? Ile razy obróci się koło na drodze $s=45\pi$?

1.39

Zadanie 22. (2 pkt)

Stojąc w pewnej odległości od wysokiej, pionowej skały Jasię głośno krzyknął. Usłyszał echo po czasie 0,5 s. Oblicz, jak daleko znajdował się od skały? Jaka jest długość fali akustycznej wywołanej krzykiem, jeśli jej częstotliwość $f = 220\text{Hz}$? (Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s).

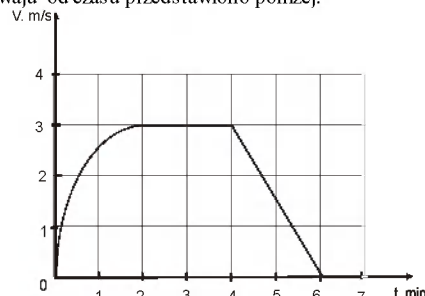
1.40

Zadanie 11 (2 pkt.) Rzut ukośny

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: W rzucie ukośnym, przy pominięciu oporów ruchu, składowa pionowa prędkości ma stałą wartość. Odpowiedź uzasadnij.

1.41

Tramwaj między przystankami poruszał się ruchem zmiennym. Zależność szybkości tramwaju od czasu przedstawiono poniżej:



Przyspieszenie tramwaju podczas hamowania miało wartość:

- A) $-0,025 \frac{m}{s^2}$; B) $-0,05 \frac{m}{s^2}$; C) $0,025 \frac{m}{s^2}$; D) $0,05 \frac{m}{s^2}$.

1.42

Zadanie 1 (1 pkt)

Kamień rzucony pionowo do góry, po pewnym czasie spada na ziemię. W czasie lotu kamienia zwroty wektorów jego prędkości i przyspieszenia są:

- (a) zawsze zgodne,
(b) zawsze przeciwne,
(c) najpierw zgodne a potem przeciwne,
(d) najpierw przeciwne, a potem zgodne.

1.43

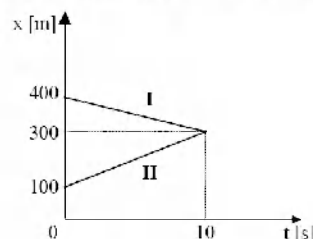
Astronauta podczas zbierania próbek skal z powierzchni Księżyca upuścił szczypek z wysokości 1m. Przyspieszenie grawitacyjne przy powierzchni Księżyca ma wartość $1,6 \frac{m}{s^2}$.

Czas spadania szczypek wynosił:

- A) 0,63 s; B) 0,79 s; C) 1,12 s; D) 1,25 s.

1.44

Na wykresie przedstawiono zależność położenia x od czasu t dla dwóch samochodów (I, II), których wektory prędkości mają tę samą kierunki.



Samochody te zderzają się idealnie niesprężysto i tuż po zderzeniu poruszają się z prędkością o wartości 8 m/s, przy czym zwrot prędkości drugiego samochodu nie uległ zmianie.

10. Oblicz stosunek mas tych samochodów.

11. Kierowca jadący polonezem zatrzymał się w odległości 50 m od miejsca zderzenia. Zauważył, że samochody po zderzeniu poruszają się w jego kierunku. Oceń, czy uderzą one w stojącego poloneza? Współczynnik tarcia przyjmij równy 0,1. Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

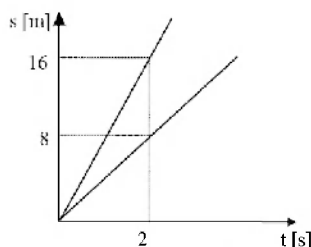
1.45

Zadanie 2.

Dwaj rowerzyści wyruszają z jednego miejsca: jeden na północ z prędkością o wartości 6 km/h, drugi na zachód z prędkością o wartości 8 km/h. Oblicz odległość między nimi po upływie dwóch godzin.

1.46

Po rzece płynie motorówka. Na wykresie przedstawiono zależność drogi s przebytej przez motorówkę względem brzoju, od czasu t , gdy płynię ona z prądem i pod prąd.



13. Oblicz szybkość wody w rzece względem brzoju i szybkość motorówki względem wody.

1.47

Zadanie 3.

Wskaż, w jakich ruchach są stałe:

wartość prędkości -	
kierunek prędkości -	
wektor prędkości -	

1.48

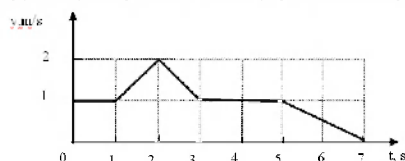
Zadanie 7.

Motorowerzysta ruszył z miejsca ruchem jednostajnie przyspieszonym. Po 15 s tego ruchu wartość prędkości motoroweru wynosiła 6 m/s. Oblicz drogę przebytą przez motorowerzystę po 20 s tego ruchu?

1.49

Zadanie 9.

Na poniższym wykresie została przedstawiona zależność prędkości od czasu rowerzysty poruszającego się po linii prostej. Oblicz wartość prędkości średniej rowerzysty.



1.50

Zadanie 1. (1 pkt)

Dwaj rowerzyści poruszając się w kierunkach wzajemnie prostopadłych oddalają się od siebie z prędkością względną o wartości 5 m/s. Wartość prędkości jednego z nich jest równa 4 m/s, natomiast wartość prędkości drugiego rowerzysty wynosi

- A. 1 m/s.
- B. 3 m/s.
- C. 4,5 m/s.
- D. 9 m/s.

1.51

11. Samochód (2 pkt)

Samochód rusza z miejsca ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem o wartości 3 m/s^2 i porusza się po prostoliniowym, poziomym odcinku autostrady. Oblicz wartość prędkości średniej samochodu po pierwszych czterech sekundach ruchu.

1.52

13. Piłka (3 pkt)

Gimnastyczka wyrzuciła pionowo w górę piłkę z prędkością o wartości 4 m/s. Piłka w momencie wyrzucenia znajdowała się na wysokości 1 m licząc od podłogi. Oblicz wartość prędkości, z jaką piłka uderzy o podłogę. Załóż, że na piłkę nie działa siła oporu.

KINEMATYKA - zadania z arkusza II

1.53

Zadanie 23. (krople)

Z kranu do szklanki kapą krople wody.



Maciek mierzył zależność wysokości słupa wody powstałego z kropli wpadających do szklanki od czasu ich wpadania. Wyniki pomiarów zamieścił w tabelce:

Czas [min]	0	4	8	10	12	16	20
Wysokość słupa wody [cm]	0	1,5	3,0	3,9	4,5	6,0	7,2

Maciek ocenił dokładność pomiaru czasu na 0,5 minuty, a dokładność pomiaru wysokości słupa wody na 2 mm.

Zadanie 23.1. (4 pkt)

Narysuj wykres zależności wysokości słupa wody w szklance od czasu wpadania kropli. W tym celu oznacz i wyskaluj osie, zaznacz punkty pomiarowe, nanieś niepewności i wykreśl prawidłową krzywą.

Zadanie 23.2. (4 pkt)

Przeanalizuj otrzymany wykres i wykonaj następujące polecenia:

- Przedstaw równaniem otrzymaną na wykresie zależność wysokości słupa wody od czasu $h(t)$.
- Oblicz tangens kąta nachylenia otrzymanego wykresu $h(t)$. Określ, jakiej wielkości fizycznej odpowiada ten tangens.
- Napisz, jakim ruchem podnosił się poziom wody w szklance.

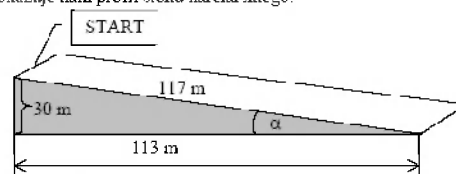
Zadanie 23.3. (4 pkt)

Korzystając z wykresu, wyznacz ciśnienie hydrostatyczne wywierane przez słup wody na dno szklanki po 14 minutach kapania kropli. Gęstość wody wynosi 1000 kg/m^3 .

1.54

Zadanie 21. Stok narciarski

Grupa narciarzy postanowiła wyznaczyć współczynnik tarcia nart o śnieg. Rysunek 1. pokazuje nam profil stoku narciarskiego.



Rysunek 1.

Na całym stoku zjazdowym uczniowie co jeden metr wbijali proste kijki. Okazało się, że stok miał 117 metrów długości. Z tablicy informacyjnej uczniowie odczytali, że wysokość stoku wynosi 30 metrów, licząc od poziomej płaszczyzny znajdującej się pod stokiem.

Wszyscy uczniowie dokładnie zsynchronizowali zegarki. Następnie jeden z nich zaczął zjeżdżać z góry, z miejsca oznaczonego jako START (tak jak na rysunku). Całkowita masa zjeżdżającego narciarza wynosiła 60 kg. W momencie rozpoczęcia zjazdu koledzy narciarza zaczęli mierzyć czas. Zadaniem każdego z mierzących czas było określenie położenia narciarza po upływie kolejnych sekund ruchu. Po przeprowadzeniu eksperymentu uczniowie zebrali wyniki w tabeli nr 1

t[s]	0	2	4	6	8	10	12
S[m]	0	2	8	19	33	52	75

Tabela nr 1

21.1 (4 pkt)

Na podstawie tabeli nr 1 sporządź wykres zależności drogi od czasu dla zjeżdżającego narciarza. Na wykresie zaznacz niepewności pomiarowe (przyjmij $\Delta S = 2 \text{ m}$, $\Delta t = 0,2 \text{ s}$).

Istnieje uzasadnione przypuszczenie, że ruch narciarza na stoku był ruchem jednostajnie przyspieszonym. Uczniowie postanowili to sprawdzić.

21.2 (2 pkt)

Wykaż, że, jeżeli narciarz zjeżdża ruchem jednostajnie przyspieszonym, to w układzie współrzędnych $y = s$, $x = t^2$ wykresem drogi od kwadratu czasu będzie linia prosta o równaniu $v = \frac{a}{2} x$.

21.3 (1 pkt)

Uzupełnij tabelkę nr 2 dla pierwszych 10 sekund zjazdu.

t[s]	0	2	4	6	8	10
s[m]	0	2	8	19	33	52
t ² [s ²]						

Tabela nr 2

21.4 (3 pkt)

Korzystając z danych zawartych w tabeli nr 2, sporządź wykres zależności drogi przebytej przez narciarza od kwadratu czasu.

21.5 (3 pkt)

Wykaż na podstawie narysowanego wykresu, że przyspieszenie, z jakim zjeżdża narciarz, jest równe około 1 m/s^2 .

21.6 (3 pkt)

Zakładając, że przyspieszenie można obliczyć za pomocą wzoru $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$, oraz korzystając z wyników otrzymanych w poprzednich punktach i informacji na temat nachylenia stoku (rys. 1), oblicz, ile wynosi współczynnik tarcia nart o śnieg podczas zjazdu z tego stoku? Do wyliczeń przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego wynoszącą $9,81 \text{ m/s}^2$.

Przyjmij, że zjazd narciarza trwa $15,3$ sekundy i odbywa się z przyspieszeniem o wartości 1 m/s^2 .

21.7 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi wartość prędkości narciarza u podstawy stoku?

21.8 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi energia kinetyczna narciarza u podstawy stoku?

21.9 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi energia potencjalna narciarza stojącego na szczycie stoku? Do obliczeń przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą $9,81 \text{ m/s}^2$.

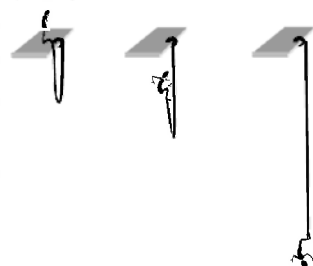
21.10 (1 pkt)

Korzystając z zasady zachowania energii, oblicz, jaka ilość energii wydzielila się w postaci ciepła podczas zjazdu narciarza ze stoku?

1.55

Zadanie 1. BUNGEE – czyli skoki na linie (12 pkt)

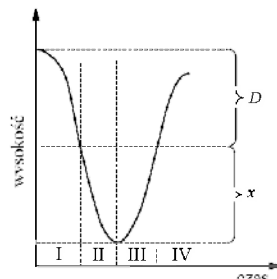
Skoki na linie zaczęły być popularne w różnych krajach w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Wykonując taki skok zawodnik przywiązuje do nóg sprężystą linę o długości D (zamocowaną drugim końcem do platformy statowej) i powoli przechylając się rozpoczyna swobodne spadanie w dół. Po wyprostowaniu linę zaczyna się rozciągać o długość x i hamuje ruch zawodnika.



1.1 (2 pkt)

Zamieszczony poniżej wykres przedstawia uproszczoną zależność wysokości skoczka nad powierzchnią Ziemi od czasu, jaki upływa od początku skoku. Przeanalizuj wykres oraz zjawisko spadania skoczka (działające siły) i zapisz w tabeli nazwę rodzaju ruchu (przyspieszony, opóźniony), jakim porusza się skoczek dla każdego etapu. Pomiń wzrost skoczka oraz ciężar liny.

Etap	Rodzaj ruchu
I	
II	
III	
IV	



1.2 (4 pkt)

Przed użyciem liny do skoków bungee, dokonano pomiarów zależności wydłużenia liny od wartości siły, z jaką ją rozciągano. Pomiarów dokonano z dokładnością: $\Delta F = \pm 50 \text{ N}$. $\Delta x = \pm 0,5 \text{ m}$. Wyniki zapisano w tabeli:

Siła F , N	550	650	900	1250	1850	2350
Wydłużenie x , m	4	5	7	10	14	18

Wykonaj na sąsiedniej stronie wykres zależności wartości siły rozciągającej linę od wydłużenia liny. W tym celu dobrać odpowiednio osie współrzędnych, skalę wielkości i jednostki, zaznaczyć punkty, nanieść niepewności pomiarowe i wykreśli linę ilustrującą tę zależność.

1.3 (2 pkt)

Wykaż, że średnia wartość współczynnika sprężystości badanej liny wynosi około 130 N/m . Swobodnie zwisająca lina, o współczynniku sprężystości równym 130 N/m , ma długość $D = 20 \text{ m}$. Człowiek o masie 65 kg , któremu zamocowano do nóg koniec liny pochyliła się i spada z platformy startowej. Ciężar liny pomiń.

1.4 (2 pkt)

Oblicz wartość prędkości skoczka w momencie, kiedy lina jest wyprostowana, ale jeszcze nie napięta. Pomiń opory powietrza.

1.5 (2 pkt)

Wykaż, wykonując niezbędne obliczenia, że maksymalne wydłużenie liny podczas skoku wynosi około 20 m .

1.56

Zadanie 26. (Rzut osobisty w koszykówce)

Koszykarz z NBA Michael Jordan ma wykonać rzut osobisty. Jego rzut rejestrują kamery wideo umieszczone w różnych punktach sali. Kamery umożliwiają określenie położenia i prędkości piłki w każdej chwili.

Koszykarz stanął w przepisowej odległości $l = 4,20 \text{ m}$ od kosza. Kamery zarejestrowały, że rzucił on piłkę nad głowę, czyli z wysokości $h_1 = 2,45 \text{ m}$, nadając jej prędkość początkową $v_0 = 7,0 \text{ m/s}$ pod kątem $\alpha = 45^\circ$ do pionu. W obliczeniach przyjmij wartość $g = 10 \text{ m/s}^2$.

26.1 (0-4 pkt)

Wyprowadź równanie toru piłki.

26.2 (0-7 pkt)

Czy piłka wpadnie do kosza? Wykonaj obliczenia, które uzasadnią Twoją odpowiedź.

Uwaga. Piłka wpadnie do kosza, jeśli jej środek znajdzie się w odległości nie większej niż 10 cm ($0,1 \text{ m}$) od środka kosza, a kąt pod jakim piłka wpada do kosza (kąt między kierunkiem prędkości a pionem w chwili wpadania do kosza) jest zawarty pomiędzy 0° a 60° . Wysokość kosza nad podłogą wynosi $3,05 \text{ m}$.

Jeśli z obliczeń wyszło Ci, że piłka wpadła do kosza, to podaj czas, po jakim piłka wpadła do kosza.

26.3 (0-4 pkt)

Oblicz maksymalną wysokość piłki nad podłogą.

KINEMATYKA – inne zadania

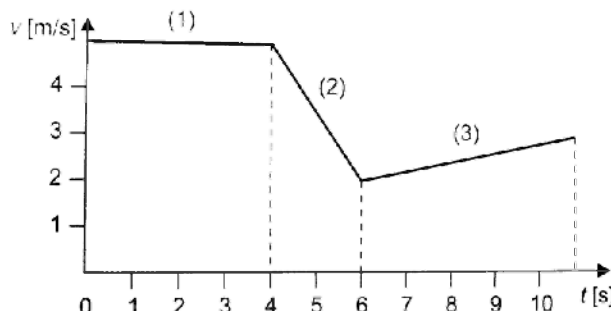
1.57

Samochód jechał pierwsze 15 km z prędkością o wartości 30 km/h , a przez następne 15 km jechał z prędkością o wartości 90 km/h .

Oblicz wartość średniej prędkości samochodu.

1.58

Na rysunku przedstawiono wykres zależności prędkości od czasu dla pewnego ciała. Opisz chronologicznie ten ruch, podając wszystkie parametry (prędkość początkowa i końcowa, czas, droga, przyspieszenie).



1.59

Przy bardzo dobrych oponach samochód może uzyskać przyspieszenie $0,5g$ (g - przyspieszenie ziemskie). Oblicz, w ciągu jakiego czasu od chwili startu osiągnie prędkość o wartości 100 km/h .

1.60

Czas swobodnego spadku kulki z wysokości $7,4 \text{ m}$ nad powierzchnią Marsa wynosi 2 s . Przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Marsa wynosi około:

a) $1,7 \text{ m/s}^2$ b) $2,1 \text{ m/s}^2$ c) $3,7 \text{ m/s}^2$ d) $5,4 \text{ m/s}^2$

1.61

Podczas spaceru Ali urwał się ze snyczy pies jej pies As. Pies uciekała ruchem jednostajnym z prędkością 6 m/s . Ala przez 10 s goniła go ruchem jednostajnie przyspieszonym do uzyskania prędkości 8 m/s , a następnie z tą wartością prędkości ruchem jednostajnym do miejsca złapania Asa. Oblicz czas po jakim Ala dogoniła Asa.

1.62

Pociągi: osobowy o długości $l_1 = 120 \text{ m}$ i towarowy o długości $l_2 = 230 \text{ m}$, minęły się w ciągu $t = 10 \text{ s}$, jadąc w przeciwnie strony po równoległych torach. Wyznacz prędkość pociągu osobowego, wiedząc, że pociąg towarowy jechał z prędkością $v_2 = 36 \text{ km/h}$.

1.63

Ciało porusza się z przyspieszeniem $a = 1,4 \text{ m/s}^2$. Jaką drogę przebędzie w ciągu piątej sekundy, jeśli jego prędkość początkowa jest równa zeru?

1.64

Przygotowano tory kajakowe jednakowej długości na jeziorze i na rzece. Wyznaczony odcinek toru należy przebyć tam i z powrotem jeden raz. W każdym wypadku prędkość kajaków jest stała i ma tę samą wartość. Wykaż, że czas ruchu kajaków po rzece jest zawsze dłuższy niż po jeziorze. Pomijamy czas zawracania.

1.65

Tabela zawiera dane o tym, jak zmieniała się prędkość motocyklisty podczas próby szybkościowej na prostym odcinku drogi.

- naszkicuj wykres zależności prędkości od czasu
- na podstawie tabeli wyznacz przyspieszenie motocyklisty w ciągu pierwszych 10 s
- wylicz odległość pokonaną przez motocyklistę podczas próby szybkościowej w ciągu ostatnich pięciu sekund

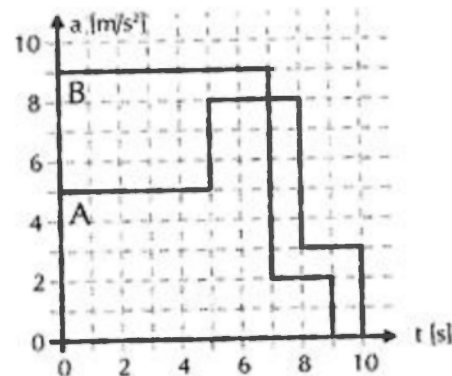
Czas t (s)	Prędkość v (m/s)
0	0
5	15
10	30
15	30
20	20
25	10

1.66

Wykres przedstawia zależność przyspieszenia od czasu dwu samochodów A i B, ruszających spod światła na skrzyżowaniu.

Na jego podstawie:

- naszkicuj wykres $v(t)$
- oblicz drogę przebytą przez samochód A
- naszkicuj wykres $x(t)$ dla samochodu B



1.67

Mysz, znajdująca się w wagonie – o szerokości 3m – poruszającego się pociągu, przebiegła w poprzek szerokość wagonu w czasie 2s. W tym czasie wagon poruszał się ruchem jednostajnym przejeżdżając drogę 4m. Oblicz przemieszczenie i prędkość myszy względem torów.

1.68

Kowboj strzela do stojącego wagonu. Pocisk wlatuje poziomo przez pierwszą ścianę i wylatuje o 5cm niżej przez przeciwległą ścianę. Prędkość pocisku przy wylocie z pierwszej ściany ma wartość 30m/s. Oblicz szerokość wagonu.

1.69

Kropki deszczu spadają pionowo ruchem jednostajnym.

Określ, po jakim torze porusza się kropka deszczu w układzie odniesienia związanym z :

- samochodem jadącym ruchem jednostajnym z prędkością o wartości 20m/s
 - samochodem, który zaczyna poruszać się z przyspieszeniem 5m/s^2 .
- Uzasadnij odpowiedzi.

1.70

Przez rzekę o szerokości $d=12\text{m}$ płynącą z prędkością $v_{pr}=2\text{m/s}$ spłynie kajak prostopadłe do brzegów rzeki. Prędkość własna kajaka jest dwukrotnie większa niż prędkość prądu.

- Przedstaw na rysunku prędkość kajaka względem brzegu.
- Oblicz kąt, pod jakim należy skierować kadłub kajaka do brzegu rzeki.
- Oblicz prędkość kajaka względem brzegu.
- Oblicz czas, w którym kajak przepłynął rzekę.
- W chwili gdy kajak odbijał od brzegu, rzucono do wody wianek. Oblicz, jaką drogę przebędzie wianek w czasie, gdy kajak dotrze do drugiego brzegu.
- Po pewnym czasie kajakarz wypłynął z przystani A w dół rzeki i po czasie 25s przybił do przystani B. Oblicz, jaką drogę przebył.
- W przystani B kajakarz pozostawał przez 2,5 min, a następnie popłynął z powrotem do przystani A. Oblicz, ile czasu płynął kajakarz w górę rzeki.
- Oblicz średnią szybkość kajaka na trasie A-B-A.

1.71

W czasie filmowania scen batalistycznych kamera umieszczona jest na platformie podnośnika, który może poruszać się poziomo z prędkością o wartości 10m/s. Platforma może być podnoszona zarówno ruchem jednostajnym jak i przyspieszonym.

- Oblicz drogę, jaką przejedzie podnośnik poziomo w czasie 1 minuty.
- Oblicz zmianę wysokości platformy w czasie 5s gdy podnoszona jest ze stałą wartością prędkości 1m/s.
- Oblicz, jaką wartość prędkości pionowej uzyska platforma, jeżeli podnoszona będzie z przyspieszeniem 1m/s^2 przez 5s oraz wypadkową prędkość platformy w tej chwili i kąt, jaki tworzy wektor prędkości z pionem.
- Napisz równania toru, jaki określa kamera umieszczona na platformie w ruchu jednostajnym i przyspieszonym oraz naszkicuj wykres zależności $y(x)$ w obu wypadkach. Nazwij tor, po którym porusza się kamera w każdym wypadku.

1.72

Dla podanych poniżej przykładów napisz równania ruchu w postaci analitycznej i rozwiąż układ równań. Naszkicuj rozwiązanie graficzne

a) Ciało A znajduje się w odległości 100 m za ciałem B i goni je. W chwili początkowej ciało A ma prędkość 15 m/s i przyspieszenie 5m/s^2 , ciało B 10 m/s i przyspieszenie 4m/s^2 . Po ilu sekundach spotkają się?

b) Dwa samochody ruszyły jednocześnie w tę samą stronę. Pierwszy ze stałym przyspieszeniem $0,5\text{m/s}^2$ i początkową prędkością 10 m/s, drugi ze stałym opóźnieniem $1,5\text{m/s}^2$ oraz prędkością początkową 50 m/s.

W jakiej odległości od miejsca startu i po jakim czasie samochody spotkają się? Po jakim czasie ich prędkości wyrównają się?

c) Dwaj rowerzyści jadą naprzeciw siebie drogą biegnącą po stoku góry.

Zjeżdżający ma prędkość początkową $v_1=1,5\text{m/s}$ i przyspieszenie $a_1=0,2\text{m/s}^2$. Podjeżdżający pod górę ma prędkość początkową $v_2=45\text{km/h}$ i opóźnienie $a_2=0,15\text{m/s}^2$. W jakiej odległości byli od siebie na początku, jeśli spotkali się po czasie $t=30\text{s}$? Jak daleko może podjechać drugi kolarz?

1.73

Masa spoczywającego elektronu w przybliżeniu jest równa $9 \cdot 10^{-31}\text{kg}$. Jeżeli masa elektronu przyspieszonego w akceleratorze liniowym osiągnęła wartość $12,68 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ to znaczy, że elektron porusza się z prędkością:

- 0,26c
- 0,53c
- 0,7c
- 0,86c

1.74

W myśl szczególnej teorii względności masa poruszającego się obiektu wzrasta wraz z jego prędkością. Przedstaw na wykresie zależność masy protonu przyspieszanego w akceleratorze, od jego prędkości. Wykres sporządź dla prędkości z zakresu od 0km/s do 300000km/s.

1.75

Z jaką prędkością powinien poruszać się układ, aby mierzony w nim przedział czasu był dwukrotnie krótszy niż mierzony poza nim?

1.76

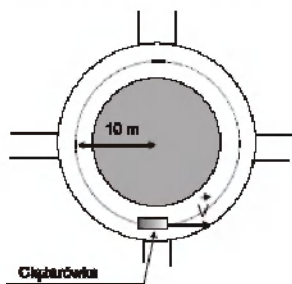
Dwie cząstki elementarne poruszają się wzdłuż jednej prostej z prędkością 0,9c. Znajdź ich względną prędkość w przypadku, gdy ich prędkości mają: a) zwroty zgodne b) zwroty przeciwne

2. Dynamika – zadania z arkusza I

2.1

Zadanie 18. (3 pkt)

Oblicz, z jaką maksymalną prędkością ciężarówka może poruszać się po rondzie (rys.),



aby skrzynia znajdująca się na jej platformie nie przemieszczała się. Współczynnik tarcia skrzyni o platformę wynosi 0,6.

2.2

Zadanie 1. (1 pkt)

W czasie 0,1 s ręka koszykarza trzymającego nieruchomo piłkę nadała jej pęd o wartości $3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.

Średnia wartość siły, z jaką ręka zadziałała w tym czasie na tę piłkę wynosi:

- A. 0,3 N B. 1,5 N C. 15 N D. 30 N

2.3

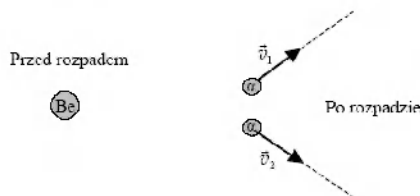
Zadanie 12. (3 pkt)

Oblicz maksymalną wartość prędkości kątowej okrągłej tarczy o promieniu 0,5 m, aby ciało umieszczone na jej brzegu nie zsunęło się. Współczynnik tarcia pomiędzy ciałem a powierzchnią tarczy wynosi 0,5.

2.4

Zadanie 13. (2 pkt)

Spoczywające jądro berylu ^8Be uległo rozpadowi na dwie cząstki α .



Określ, czy po rozpadzie jądra berylu powstałe cząstki α mogą poruszać się, tak jak pokazano to na rysunku? Uzasadnij swoją odpowiedź.

2.5

Zadanie 10. Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego (2 pkt)

Uczniowie przystąpili do wyznaczenia wartości przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi za pomocą wahadła matematycznego.

10.1 (1 pkt)

Wahadło odchyłono o niewielki kąt od położenia równowagi i puszczono. Narysuj siły działające na wahadło matematyczne w tym momencie.

10.2 (1 pkt)

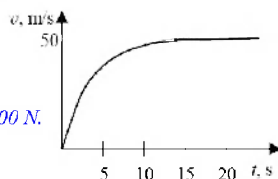
Wahadło wprowadzono w ruch. Podaj, jakie wielkości, charakteryzujące wahadło i jego ruch wystarczy zmierzyć, aby wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego.

2.6

Zadanie 2. (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność wartości prędkości od czasu dla ciała o masie 10 kg, spadającego w powietrzu z dużej wysokości. Analizując wykres można stwierdzić, że podczas pierwszych 15 sekund ruchu wartość siły oporu

- A. jest stała i wynosi 50 N.
B. jest stała i wynosi 100 N.
C. rośnie do maksymalnej wartości 50 N.
D. rośnie do maksymalnej wartości 100 N.



2.7

Zadanie 1. (1 pkt)

Naprzeciw siebie poruszają się, po prostej drodze, dwa samochody: Fiat o masie 600 kg z prędkością o wartości $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ i Polonez o masie 1200 kg z prędkością $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wybierz, które z poniższych zdań jest fałszywe. W układzie związanym z drogą:

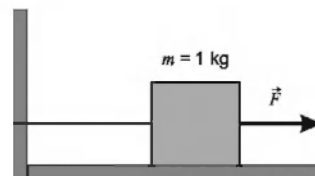
- A) całkowity pęd układu Fiat - Polonez równa się $24000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.
B) całkowity pęd układu Fiat - Polonez jest równy zero.
C) pęd Fiata ma tę samą wartość jak pęd Poloneza.
D) pęd Fiata ma przeciwny zwrot niż pęd Poloneza.

2.8

Zadanie 11. Kłosek (5 pkt)

Drewniany klocek przynocowany jest do ściany za pomocą nitki, która wytrzymuje naciąg siłą o wartości 4 N. Współczynnik tarcia statycznego klocka o podłoże wynosi 0,2. W obliczeniach przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

11.1 (3 pkt)



Oblicz maksymalną wartość powoli narastającej siły $\vec{F}$, z jaką można poziomo ciągnąć klocek, aby nitka nie uległa zerwaniu.

11.2 (2 pkt)

Oblicz wartość przyspieszenia, z jakim będzie poruszał się klocek, jeżeli usuniesz nitkę łączącą klocek ze ścianą, a do klocka przyłożono poziomo skierowaną siłę o stałej wartości 6 N. Przyjmij, że wartość siły tarcia kinetycznego jest równa 1,5 N.

2.9

Zadanie 11. Piłeczki (5 pkt)

Dwie piłeczki pingpongowe o jednakowych masach m każda zawieszono w jednym punkcie na nitkach o długości l . Następnie piłeczki naelektryzowano jednakowymi ładunkami. Piłeczki oddaliły się na odległość d . Zaznacz na rysunku wszystkie siły działające na piłeczki i wyznacz zależność, za pomocą której będziesz mógł obliczyć ładunek q zgromadzony na każdej z piłeczek.

2.10

Zadanie 3. (1 pkt)

Wewnątrz gwiazdy duża część materii jest zjonizowana. Większość masy gwiazdy to swobodne protony. Dwa takie protony, znajdujące się początkowo w niewielkiej odległości od siebie, będą pod wpływem elektrycznych sił wzajemnego oddziaływania

- A. oddalać się od siebie ruchem jednostajnym.
B. oddalać się od siebie ruchem jednostajnie przyspieszonym (ze stałym przyspieszeniem).
C. oddalać się od siebie ruchem niejednostajnie przyspieszonym z malejącym przyspieszeniem.
D. oddalać się od siebie ruchem niejednostajnie przyspieszonym z rosnącym przyspieszeniem.

2.11

Zadanie 15. Krążek hokejowy (3 pkt)

Poruszający się po lodowej tafli krążek hokejowy zatrzymał się po przebyciu 15 m. Oblicz współczynnik tarcia krążka o lód, jeżeli prędkość początkowa krążka wynosiła $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

2.12

Zadanie 2. (1 pkt)

Aby ruszyć z miejsca ciężką szafę, należy ją pełnąć, działając siłą o wartości 200 N zwróconą poziomo. Gdy próbujemy przesunąć tę szafę, działając siłą o wartości 150 N zwróconą poziomo, to siła tarcia ma wtedy wartość równą

- A) 50 N
B) 150 N
C) 200 N
D) 350 N

2.13

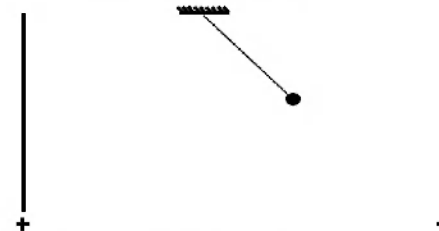
Zadanie 12. Łódka (2 pkt)

Chłopiec o masie 50 kg znajduje się w łódce, która spoczywa na powierzchni jeziora. Masa łódki wynosi 50 kg. W pewnej chwili chłopiec wyrzuca poziomo z prędkością o wartości 4 m/s metalową kotwicę wzdłuż osi łódki. Masa kotwicy jest równa 5 kg. Oblicz wartość prędkości łódki względem wody.

2.14

Zadanie 13. Piłeczka (3 pkt)

Pomiędzy pionowymi przewodzącymi płytami, naładowanymi tak jak na rysunku, zawieszono na cienkiej, jedwabnej nici lekką, małą piłeczkę o masie 1 g naładowaną dodatnim ładunkiem elektrycznym. Nici odchyliła się od pionu o kąt 45° .



a) Narysuj siły działające na piłeczkę. Zachowaj odpowiednie proporcje. (1 pkt)

b) Podaj wartość siły elektrostatycznej działającej na piłeczkę. Dokonaj niezbędnych obliczeń, przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 . (2 pkt)

2.15

Zadanie 1 (1 pkt)

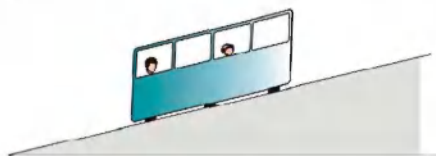
Człowiek o masie 50 kg stojący na wadze łazienkowej naciska na nią siłą o wartości:

- a) 50 N i siła ta jest przyłożona do wagi,
b) 50 N i siła ta jest przyłożona do człowieka,
c) 500 N i siła ta jest przyłożona do wagi,
d) 500 N i siła ta jest przyłożona do człowieka.

2.16

Zadanie 3. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono model kolejki linowo-torowej. W wagonie tej kolejki spoczywa na podłodze walizka.



- Gdy kolejka jedzie pod górę ruchem jednostajnym to na walizkę oprócz innych sił
- działa siła tarcia, której wektor ma zwrot i kierunek zgodny z wektorem prędkości kolejki.
 - działa siła tarcia, której wektor ma kierunek zgodny a zwrot przeciwny do wektora prędkości kolejki.
 - działa siła tarcia, której wektor ma zwrot i kierunek zgodny z wektorem przyspieszenia grawitacyjnego.
 - działa siła tarcia, której wektor ma kierunek zgodny a zwrot przeciwny do wektora przyspieszenia grawitacyjnego.

2.17

Zadanie 12. (3 pkt)

W jednorodnym polu elektrycznym o natężeniu $10^5 \frac{N}{C}$ porusza się z przyspieszeniem

$4,78 \cdot 10^{14} \frac{m}{s^2}$ naładowana cząstka. Masa cząstki wynosi $6,7 \cdot 10^{-31} kg$. Oblicz ładunek tej cząstki.

2.18

Zadanie 16. (3 pkt)

Powietrze jest mieszaniną atomów i cząsteczek różnych gazów. Zgodnie z zasadą ekwipartycji energii cząsteczki powietrza poruszają się w pomieszczeniu, w którym temperatura w całej objętości jest jednakowa mają taką samą wartość energii kinetycznej. Znajdź formułę matematyczną, która potwierdzi, że cząsteczki posiadające tę samą wartość energii kinetycznej uderzając prostopadle w ścianę pomieszczenia, działają na nią siłą proporcjonalną do pierwiastka z masy cząsteczek.

2.19

Zadanie 1. (1 pkt)

Siła napędowa samochodu wynosi 3000 N a siły oporów ruchu 1000 N. Od pewnego momentu jazdy na samochód ten zaczęła działać dodatkowa siła oporu o wartości 3000 N. Od tego momentu samochód zaczął poruszać się

- w tę samą stronę, co przedtem, ale z większym przyspieszeniem.
- w tę samą stronę, co przedtem, ale ruchem jednostajnym.
- w tę samą stronę, co przedtem, ale ruchem opóźnionym.
- w przeciwną stronę niż przedtem ruchem opóźnionym.

2.20

Zadanie 13. (4 pkt)

Oblicz wartość siły, z jaką silacz musiałby działać na ciężar o masie 100 kg, jeżeli chciałby podnieść go na wysokość 0,5 m w czasie 1 sekundy ruchem jednostajnie przyspieszonym.



2.21

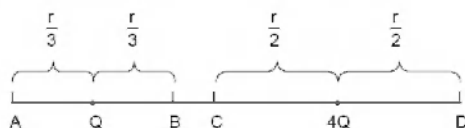
Zadanie 21. (4 pkt)

Neutron o masie $1,68 \cdot 10^{-27} kg$ mający energię kinetyczną o wartości $10^{-15} J$ uderza w nieruchome jądro uranu $^{235}_{92}U$ i zostaje przez nie pochłonięty. Wykaż, że prędkość neutronu przed uderzeniem w jądro miała wartość około $1,1 \cdot 10^6 m/s$ i oblicz prędkość nowo powstałego jądra $^{236}_{92}U$. Przyjmij, że masa protonu jest równa masie neutronu.

2.22

Zadanie 7. (1 pkt)

Dwa ładunki dodatnie o wartościach $Q_1 = Q$ i $Q_2 = 4Q$ znajdowały się w odległości r od siebie. Pomiędzy nimi umieszczono ładunek q .



Aby ładunek q nie poruszał się, należało umieścić go w punkcie

- w punkcie A
- w punkcie B
- w punkcie C
- w punkcie D

2.23

Zadanie 12. Wahadło (2 pkt)

Wahadło matematyczne odchyłono o niewielki kąt od położenia równowagi. Narysuj i opisz siły działające na kulę wahadła w tym położeniu.

2.24

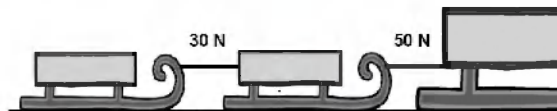
Zadanie 13. Śnieżka (3 pkt)

Kulka o masie 0,2 kg ulepiona z wilgotnego śniegu uderzyła prostopadle w betonową ścianę z prędkością o wartości 10 m/s. Kulka przykleiła się do ściany. Oblicz wartość średniej siły, jaką ściana działała na śnieżkę. Przyjmij, że czas zderzenia wynosił 0,1 s.

2.25

Zadanie 15. Sanki (2 pkt)

Na rysunku podane są wartości sił napinających sznurki, którymi połączone są sanki ciągnięte przez duże sanie.



Wyznacz stosunek mas małych sanki ($m_1 : m_2$). Opory ruchu należy zaniedbać.

2.26

Zadanie 1. (1 pkt)

Spadochroniarz o masie 75 kg opada na spadochronie pionowo w dół ze stałą prędkością o wartości 5 m/s. Siła oporów ruchu działająca na spadochroniarza wraz ze spadochronem wynosi około

- 25 N.
- 75 N.
- 250 N.
- 750 N.

2.27

Zadanie 20. Atom wodoru (4 pkt)

W swobodnym, wzbudzonej atomie wodoru elektron przeskakuje z orbity drugiej na pierwszą. Atom emituje wówczas w próżni kwant światła o długości fali $1,219 \cdot 10^{-7} m$.

- Wyjaśnij, dlaczego w wyniku emisji fotonu pęd atomu wodoru ulega zmianie. (2 pkt)
- Oblicz energię emitowanego fotonu. (2 pkt)

2.28

Zadanie 14. Rozpraszanie neutronów (4 punkty)

Gdy jądro wychwytyje rozproszony neutron, musi go zatrzymać na drodze równej średnicy jądra. Siła, jaką działa ono wówczas na neutron jest poza nim praktycznie równa zero. Przyjmując, że jądro o średnicy $d = 1 \cdot 10^{-14} m$ może wychwycić neutron o wartości prędkości nie większej niż $1,4 \cdot 10^7 m/s$, wyznacz wartość siły, przy założeniu, że jest ona stała w obszarze jądra. Masa neutronu wynosi $1,67 \cdot 10^{-27} kg$.

2.29

Zadanie 13. Samochód (3 pkt)

Wartość siły oporu dla samochodu o masie 1 tony, jadącego pod wiatr ze stałą prędkością, była równa 2500 N. Po ustaniu wiatru wartość siły oporu zmniejszyła się do 2000 N. Oblicz wartość przyspieszenia, z jakim zaczął poruszać się wtedy samochód, jeśli siła napędowa nie uległa zmianie.

2.30

Zadanie 17. Gwóźdź (5 pkt)

Młotek o masie 0,5 kg poruszający się z prędkością o wartości 10 m/s, podczas wbijania gwoźdźa w drewno, uderza prostopadle jego główkę i po upływie 0,002 s zatrzymuje się.

17.1. (2 pkt)

Oblicz średnią wartość siły z jaką młotek działa na gwoździe w czasie uderzenia.

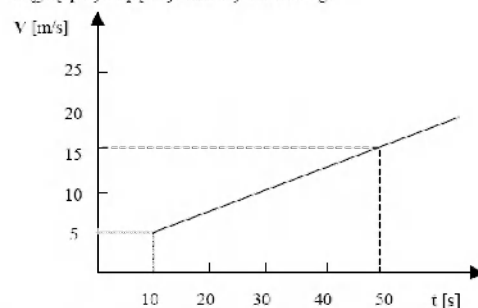
17.2. (3 pkt)

Oblicz wysokość z jakiej należałoby swobodnie upuścić ten młotek aby uderzenie wbiło gwoździe na tę samą głębokość.

2.40

Zadanie 13. (2 pkt)

Samochód ciągnie przyczepę. Wykres przedstawia zależność prędkości przyczepy od czasu. Pomijając opory ruchu, wyznacz przyspieszenie przyczepy. Oblicz, z jaką siłą samochód ciągnął przyczepę. Jej masa wynosi 300 kg.



2.41

Zadanie 14. (3 pkt)

Dwa samochody jadą naprzeciwko siebie po śliskiej szosie. Masa jednego z nich wynosi 800 kg, drugiego 1200 kg. Pierwszy (lżejszy) samochód jedzie z prędkością 10 m/s, a drugi (cięższy) jedzie z prędkością 15 m/s, lecz w przeciwnym zwrocie. Samochody zderzyły się niesprężysto. Oblicz, z jaką prędkością i w którą stronę poruszają się samochody tuż po zderzeniu.

2.42

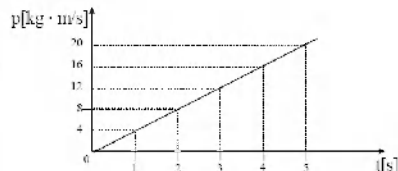
Zadanie 12 (5 pkt.) Baloniki

Dwa baloniki o jednakowych masach 10 g każdy, naelektryzowano i zawieszono w jednym punkcie na jedwabnych nitkach o długości 1 m. Wartość siły oddziaływania elektrostatycznego między balonikami wynosi 0,15 N. Spermajd rysunek ilustrujący opisaną sytuację i zaznacz wszystkie siły działające na każdy z baloników. Przyjmij, że siłę o wartości 1 N można przedstawić jako wektor o długości 20 cm.

2.43

SANKI

Sanki o masie 8 kg zaczynają zsuwać się z góry. Poniższy wykres przedstawia zależność wartości pędu sanki od czasu.



Zadanie 15 (1 pkt)

Korzystając z wykresu, oblicz wartość prędkości sanki pod koniec piątej sekundy ruchu.

Zadanie 16 (1 pkt)

Oblicz wartość wypadkowej siły działającej na sanki.

Zadanie 17 (3 pkt)

Narysuj wykres przedstawiający zależność wartości przyspieszenia od czasu dla tych sanki. Zaznacz na wykresie wartości liczbowe dla przedziału czasu od 0 do 5 sekund.

Zadanie 18 (2 pkt.)

Oblicz wartość energii kinetycznej sanki na początku trzeciej sekundy ruchu.

Zadanie 19 (3 pkt.)

Zaznacz na rysunku, zachowując odpowiednie proporcje, siły działające na sanki.



2.44

Zadanie 1 (1 pkt)

Na klocek poruszający się ruchem jednostajnym po poziomej powierzchni stołu działają siły przedstawione na rysunku. Ich wartości wynoszą: $F_1 = 6 \text{ N}$, $F_2 = 3 \text{ N}$, $F_3 = 5 \text{ N}$. Współczynnik tarcia klocka o powierzchnię stołu jest równy 0.1. Siła tarcia T działająca na klocek ma wartość:



- 2 N,
- 6 N,
- 8 N,
- Nie można obliczyć wartości siły tarcia T , gdyż nie jest podany ciężar klocka.

2.45

Zadanie 3 (1 pkt)

Tabela przedstawia wyniki pomiarów drogi s przebytej przez rowerzystę poruszającego się po poziomej prostej drodze w zależności od czasu t .

$t \text{ [s]}$	1	2	3	4
$s \text{ [m]}$	4	8	12	16

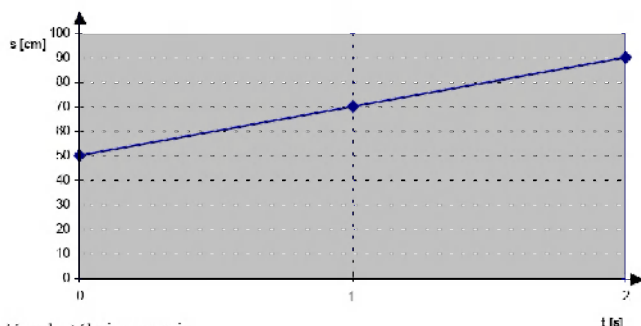
Na podstawie wyników pomiarów można stwierdzić, że:

- na rowerzystę nie działa żadna siła,
- wypadkowa siła działająca na rowerzystę jest równa zero,
- na rowerzystę działa siła o stałej wartości,
- na rowerzystę działa siła o zmiennej wartości.

2.46

Zadanie 4 (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność drogi s od czasu t dla zółwia o masie 2 kg.



Wartość pędu zółwia wynosi:

- 90 kgms^{-1} ,
- 40 kgms^{-1} ,
- $0,9 \text{ kgms}^{-1}$,
- $0,4 \text{ kgms}^{-1}$.

2.47

Komódę można przesuwając, przykładając do niej siłę na różne sposoby (rys.).



Podaj, dla którego sposobu przyłożenia siły zewnętrznej nacisk komody na podłoże ma najmniejszą wartość. Uzasadnij swoją odpowiedź.

2.48

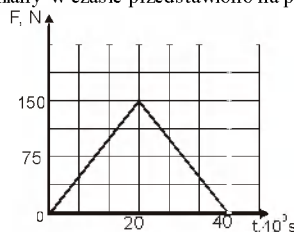
Zadanie 2 (1 pkt)

Samochód A jest skonstruowany ze „strefą zgniotu” w przedniej części, która stosunkowo łatwo ulega dużym deformacjom podczas zderzenia. Podobny samochód B o identycznej masie jak A, skonstruowano bez tej strefy. Oba samochody zderzają się z betonową ścianą posiadając identyczną prędkość. Porównując samochód A z samochodem B, które z następujących twierdzeń dotyczących zderzenia jest/ są prawdziwe?

- Średnia siła działająca na samochód A jest mniejsza.
 - Czas przejścia samochodu A w stan spoczynku jest krótszy.
 - Zmiana pędu samochodu A jest mniejsza.
- tylko I,
 - tylko I i II,
 - tylko II i III,
 - I, II, III

2.49

Podczas zagrywki będąca w spoczynku piłka tenisowa o masie 0,06 kg doznaje działania siły, której zmiany w czasie przedstawiono na poniższym wykresie.



- $0,65 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $0,84 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $3 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $6 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;

2.50

Zadanie 20 (4 pkt)

Balonik wypełniony heliem wzniósł się w powietrzu pionowo z przyspieszeniem 2 m/s^2 .



Masa balonika wynosi $0,005 \text{ kg}$, gęstość powietrza ma wartość $1,2 \text{ kg/m}^3$. Oblicz objętość balonika. Zaniedbaj siły oporu powietrza.

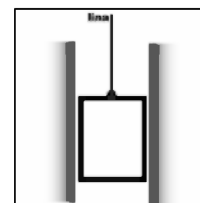
2.51

Zadanie 3 (1 pkt)

Winda jest podnoszona i opuszczana za pomocą liny.

Napięcie liny jest największe gdy:

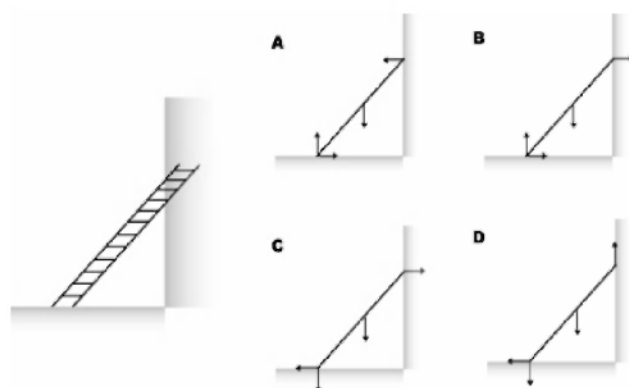
- winda porusza się do góry ze stałą prędkością;
- winda hamuje podczas ruchu w dół;
- winda przyspiesza podczas ruchu w dół;
- winda hamuje podczas ruchu do góry.



2.52

Zadanie 7 (1 pkt)

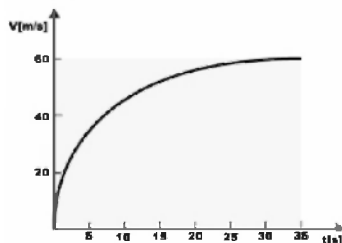
Drabina opiera się o idealnie gładką ścianę, jak to pokazano na rysunku. Który ze schematów najlepiej pokazuje siły działające na tę drabinę?



2.53

Zadanie 13 (2 pkt)

Kontener o masie 4 kg spada ze znacznej wysokości w obszarze, w którym przyspieszenie swobodnego spadania wynosi 10 m/s². Poniżej przedstawiono wykres zależności prędkości od czasu dla pierwszych 35 sekund ruchu. Oblicz, ile wynosiła wartość siły oporu powietrza w 32 sekundzie ruchu. Uzasadnij odpowiedź.



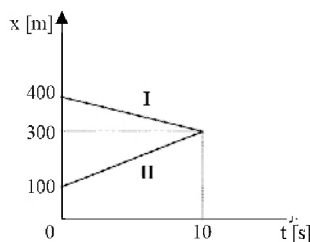
2.54

Kula bilardowa o masie 0,2 kg uderza w bandę stołu bilardowego z prędkością o wartości 3 m/s pod kątem 45° do płaszczyzny bandy i odbija się od niej z prędkością o tej samej wartości.

8. Wykonaj odpowiedni rysunek i oblicz wartość zmiany pędu kuli.
9. Przyjmując wartość zmiany pędu $1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ oraz czas oddziaływania kuli z bandą 0,01 s, oblicz średnią wartość siły oddziaływania kuli na bandę.

2.55

Na wykresie przedstawiono zależność położenia x od czasu t dla dwóch samochodów (I, II), których wektory prędkości mają te same kierunki.



Samochody te zderzają się idealnie niesprężysto i tuż po zderzeniu poruszają się z prędkością o wartości 8 m/s, przy czym zwrot prędkości drugiego samochodu nie uległ zmianie.

10. Oblicz stosunek mas tych samochodów.
11. Kierowca jadący po lewym zatorze zatrzymał się w odległości 50 m od miejsca zderzenia. Zauważył, że samochody po zderzeniu poruszają się w jego kierunku. Oceń, czy uderzą one w stojącego poloneza? Współczynnik tarcia przyjmij równy 0,1. Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

2.56

Zadanie 1.

Chłopiec o masie 35 kg porusza się na deskorolce o masie 5 kg z prędkością o wartości 0,6 m/s. W pewnej chwili chłopiec zeskakuje z deskorolki z prędkością o wartości 0,5 m/s względem ziemi, skierowaną przeciwnie do kierunku ruchu. Oblicz wartość prędkości deskorolki tuż po zeskoku chłopca.

2.57

Zadanie 6.

Samochód pokonuje zakręt drogi o promieniu krzywizny 75 m z prędkością o wartości 60 km/h. Czy samochód wpadnie w poślizg jeśli współczynnik tarcia koł o jezdnię wynosi 0,3? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

2.58

Zadanie 13.

Chłopiec ciągnie sanki o masie 5 kg pod górkę o kącie nachylenia $\alpha = 30^\circ$. Współczynnik tarcia sanek o śnieg wynosi 0,1. Wyjaśnij, z jaką siłą chłopiec musi ciągnąć sanki, trzymając sznurek równoległe do powierzchni stoku, aby jechały ze stałą prędkością. Sporządź odpowiedni rysunek. Oblicz wartość tej siły.

2.59

12. Wagon (2 pkt)

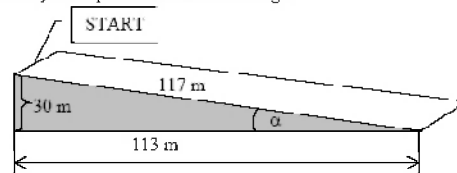
Lokomotywa manewrowa pchnęła wagon o masie 40 ton nadając mu początkową prędkość o wartości 5 m/s. Wagon poruszając się ruchem jednostajnie opóźnionym zatrzymał się po upływie 20 s. Oblicz wartość siły hamującej wagon.

Dynamika – zadania z arkusza II

2.60

Zadanie 21. Stok narciarski

Grupa narciarzy postanowiła wyznaczyć współczynnik tarcia nart o śnieg. Rysunek 1. pokazuje nam profil stoku narciarskiego.



Rysunek 1.

Na całym stoku zjazdowym uczniowie co jeden metr wbijali proste kijki. Okazało się, że stok miał 117 metrów długości. Z tablicy informacyjnej uczniowie odczytali, że wysokość stoku wynosi 30 metrów, licząc od poziomej płaszczyzny znajdującej się pod stokiem.

Wszyscy uczniowie dokładnie zsynchronizowali zegarki. Następnie jeden z nich zaczął zjeżdżać z góry, z miejsca oznaczonego jako START (tak jak na rysunku). Całkowita masa zjeżdżającego narciarza wynosiła 60 kg. W momencie rozpoczęcia zjazdu koleżdy narciarza zaczęli mierzyć czas. Zadaniem każdego z mierzących czas było określenie położenia narciarza po upływie kolejnych sekund ruchu. Po przeprowadzeniu eksperymentu uczniowie zebrali wyniki w tabeli nr 1.

t[s]	0	2	4	6	8	10	12
S[m]	0	2	8	19	33	52	75

Tabela nr 1

21.1 (4 pkt)

Na podstawie tabeli nr 1 sporządź wykres zależności drogi od czasu dla zjeżdżającego narciarza. Na wykresie zaznacz niepewności pomiarowe (przyjmij $\Delta s = 2 \text{ m}$, $\Delta t = 0,2 \text{ s}$).

Istnieje uzasadnione przypuszczenie, że ruch narciarza na stoku był ruchem jednostajnie przyspieszonym. Uczniowie postanowili to sprawdzić.

21.2 (2 pkt)

Wykaż, że, jeżeli narciarz zjeżdża ruchem jednostajnie przyspieszonym, to w układzie współrzędnych $y = s$, $x = t^2$ wykresem drogi od kwadratu czasu będzie linia prosta o równaniu $y = \frac{a}{2} x$.

21.3 (1 pkt)

Uzupełnij tabelkę nr 2 dla pierwszych 10 sekund zjazdu.

t[s]	0	2	4	6	8	10
s[m]	0	2	8	19	33	52
t ² [s ²]						

Tabela nr 2

21.4 (3 pkt)

Korzystając z danych zawartych w tabeli nr 2, sporządź wykres zależności drogi przebytej przez narciarza od kwadratu czasu.

21.5 (3 pkt)

Wykaż na podstawie narysowanego wykresu, że przyspieszenie, z jakim zjeżdża narciarz, jest równe około 1 m/s^2 .

21.6 (3 pkt)

Zakładając, że przyspieszenie można obliczyć za pomocą wzoru $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$, oraz korzystając z wyników otrzymanych w poprzednich punktach i informacji na temat nachylenia stoku (rys. 1), oblicz, ile wynosi współczynnik tarcia nart o śnieg podczas zjazdu z tego stoku? Do wyliczeń przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego wynoszącą $9,81 \text{ m/s}^2$.

Przyjmij, że zjazd narciarza trwa 15,3 sekundy i odbywa się z przyspieszeniem o wartości 1 m/s^2 .

21.7 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi wartość prędkości narciarza u podstawy stoku?

21.8 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi energia kinetyczna narciarza u podstawy stoku?

21.9 (1 pkt)

Oblicz, ile wynosi energia potencjalna narciarza stojącego na szczycie stoku? Do obliczeń przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą $9,81 \text{ m/s}^2$.

21.10 (1 pkt)

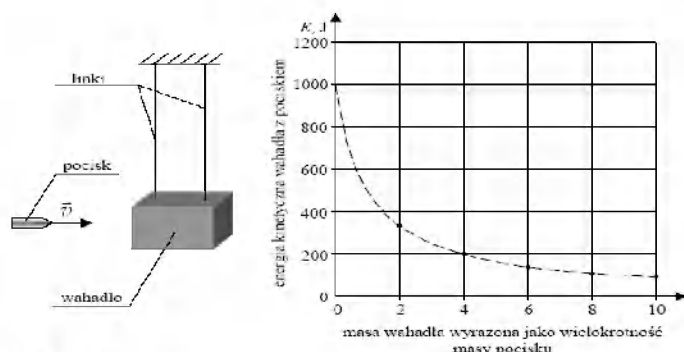
Korzystając z zasady zachowania energii, oblicz, jaka ilość energii wydzielita się w postaci ciepła podczas zjazdu narciarza ze stoku?

2.61

Zadanie 22. Wahadło balistyczne (10 pkt)

Na rysunku poniżej przedstawiono schematyczne urządzenie do pomiaru wartości prędkości pocisków wystrzeliwanych z broni palnej. Podstawowym elementem takiego urządzenia jest tzw. wahadło balistyczne będące (w dużym uproszczeniu) zawieszonym na linkach klocek, w którym grzezną wystrzeliwane pociski. Po trafieniu pociskiem wahadło wychyla się z położenia równowagi i możliwy jest pomiar jego energii kinetycznej.

Punkty na wykresie przedstawiają zależność energii kinetycznej klocka wahadła z pociskiem (który w nim ugazął) tuż po uderzeniu pocisku, od masy klocka. Pomiar wykonano dla 5 klocków o różnych masach (linia przerywana przedstawia zależność teoretyczną). Wartość prędkości pocisku, tuż przed trafieniem w klocek wahadła, za każdym razem wynosiła 500 m/s, a odległość od środka masy klocka wahadła do punktu zawieszenia wynosiła 1 m. W obliczeniach pominię masę liniek mocujących klocek wahadła.



22.1 (3 pkt)

Wykazać, analizując wykres, że masa pocisku jest równa 0,008 kg.

22.2 (3 pkt)

Oblicz wartość prędkości klocka z pociskiem bezpośrednio po zderzeniu w sytuacji, gdy masa klocka była 499 razy większa od masy pocisku.

22.3 (4 pkt)

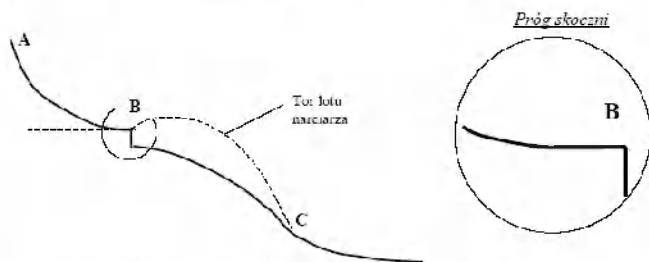
Oblicz, jaka powinna być masa klocka wahadła, aby po wychyleniu z położenia równowagi wahadła o 60° , zwolnieniu go, a następnie trafieniu pociskiem w chwili przechodzenia wahadła przez położenie równowagi, wahadło zatrzymało się w miejscu. Do obliczeń przyjmij, że masa pocisku wynosi 0,008 kg. W obliczeniach możesz skorzystać z podanych poniżej wartości funkcji trygonometrycznych.

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2} = 0,50 \quad \sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$$

2.62

Zadanie 24. Skocznia narciarska (6 pkt)

Poniższy rysunek przedstawia przekrój pewnej skoczni narciarskiej.



A, B, C na rysunku oznaczają: A – belka startowa, B – próg, C – miejsce lądowania.

Oto wielkości charakteryzujące skocznię oraz skok jaki oddał pewien narciarz:

- próg skoczni jest usytuowany poziomo
- wartość prędkości narciarza na progu (tuż przed odbiciem) wynosi $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- czas trwania odbicia narciarza od progu wynosi 0,3 s
- masa narciarza wynosi 60 kg

a) Tuż po odbiciu od progu zawodnik porusza się z prędkością, której wektor jest nachylony do poziomu pod kątem $\alpha = 10^\circ$ w górę. Oblicz wartość średniej siły nacisku skoczki na podłoże w czasie odbicia od progu. (5 pkt)

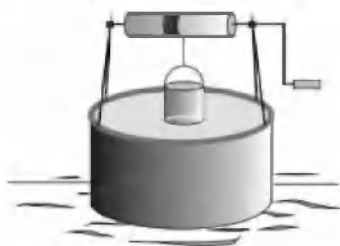
b) Poniższe rysunki przedstawiają różne możliwe usytuowanie podłoża na zeskoku skoczni narciarskiej. Napisz, który zeskok (A czy B) powinien być stosowany na wszystkich skoczniach. (1 pkt)



2.63

Zadanie 28. Kolowrót (11 pkt)

Kolowrót w kształcie walca, którego masa wynosi 10 kg, zamocowany jest nad studnią (rys.)



Na kolowrocie nawinięta jest nieważka i nierozciągliwa linka, której górny koniec przymocowany jest do kolowrotu. Do dolnego końca linki przymocowano wiadro o masie 5 kg, służące do wyciągania wody ze studni.

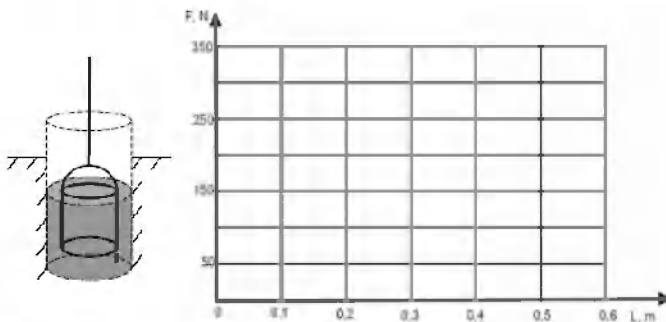
28.1 (6 pkt)

Pod wpływem ciężaru pustego wiadra linka rozwija się, powodując ruch obrotowy kolowrotu. Narysuj siły działające w tym układzie oraz oblicz przyspieszenie wiadra. Moment bezwładności walca względem osi obrotu wyraża się wzorem: $I = \frac{1}{2}mr^2$. Pomiń wpływ siły oporu ruchu oraz korby z rączką na wartość przyspieszenia.



28.2 (3 pkt)

Po nabraniu wody, wiadro ze stanu pełnego zanurzenia (rys.), jest wyciągane ze studni ruchem jednostajnym. Narysuj wykres zależności wartości F siły naciągu linki od drogi L przebytej przez górny brzeg wiadra ponad lustrem wody w studni. Masa wiadra wypełnionego wodą jest równa 25 kg. Wiadro ma kształt walca o wysokości 0,4 m. Pomiń objętość blachy, z której zrobione jest wiadro. Poziomą wodę w studni nie ulega zmianom. Przyjmij przyspieszenie ziemskie $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



28.3 (2 pkt)

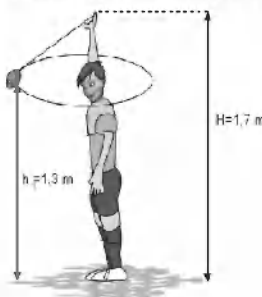
Wyjaśnij, dlaczego parcie wody na dno podczas wciągania wiadra wypełnionego wodą ze studni ruchem przyspieszonym jest większe niż podczas wyciągania wiadra ruchem jednostajnym.

2.64

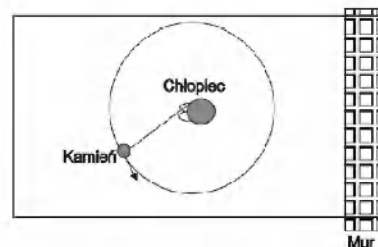
Zadanie 25. Chłopiec (11 pkt)

Chłopiec (rys.) wprawia w ruch po okręgu kamień o masie 0,4 kg zawieszony na sznurku o długości 1 m. Płaszczyzna okręgu zataczanego przez kamień znajduje się na wysokości 1,3 m nad podłożem, a uniesiona pionowo ręka trzymająca sznurek 1,7 m nad podłożem.

Chłopiec (rys.) wprawia w ruch po okręgu kamień o masie 0,4 kg zawieszony na sznurku o długości 1 m. Płaszczyzna okręgu zataczanego przez kamień znajduje się na wysokości 1,3 m nad podłożem, a uniesiona pionowo ręka trzymająca sznurek 1,7 m nad podłożem.



Widok z góry



a) Oblicz pracę, jaką musi wykonać chłopiec, aby płaszczyzna obrotu kamienia znalazła się w odległości $h_2 = 1,5$ m od podłoża. Przyjmij, że znana wartość pracy, jaką wykonuje siła oporu powietrza jest do zaniedbania podczas zmiany płaszczyzny ruchu kamienia oraz, że niewielkie ruchy dłoni, jakie musi wykonać chłopiec, aby rozpuścić kamień, nie wpływają na wartość obliczanej pracy. (8 pkt)

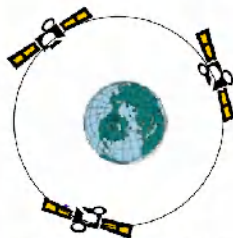
b) W pewnej chwili płaszczyzna okręgu, w której poruszał się kamień, znajdowała się na wysokości 1,5 m od podłoża a kamień poruszał się z prędkością o wartości $7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. W pobliżu chłopca znajduje się ściana budynku (Mur na rys.). Oblicz, jaka może być najmniejsza odległość między chłopcem a ścianą, aby w przypadku zerwania się sznurka w momencie, gdy kierunek wektora prędkości kamienia jest prostopadły do ściany, kamień w nią nie uderzył. (3 pkt)

2.65

Zadanie 25. (10 pkt) SATELLITY

Do celów telekomunikacji wykorzystywane są tzw. satelity geostacjonarne, które krążąc dookoła Ziemi poziomie „wiszą” nad wybranym punktem powierzchni Ziemi.

a) (2 pkt) Jakie muszą być okres i kierunek obrotu takiego satelity i jak musi być położona jego orbita w stosunku do równika?



b) (3 pkt) Wykaż, że jeżeli promień orbity takiego satelity wynosi 42 300 km, to prędkość z jaką krąży, wynosi około 3,08 km/s.

c) (3 pkt) W wyniku błędu obsługi inna firma ułokowała na takiej samej orbicie satelitę telekomunikacyjnego o masie dwa razy mniejszej i poruszającego się w przeciwną stronę. W wyniku zderzenia oba obiekty utworzyły jedną bryłę. Oblicz prędkość tej bryły tuż po zderzeniu.

d) (2 pkt) Dlaczego utworzona w wyniku zderzenia bryła nie może poruszać się po orbicie stacjonarnej? Czy prędkość, z jaką porusza się bryła, jest prędkością orbitalną dla orbity leżącej dalej czy bliżej Ziemi? Odpowiedzi uzasadnij.

2.66

Zadanie 24. Tarcie (7 pkt)

Grupa uczniów zmierzyła siłę potrzebną do ciągnięcia klocka o masie 100 gramów ruchem jednostajnym po chropowatej powierzchni, kładąc na klocek kolejne odważniki sztabkowe wyważone z dokładnością do 1 grama. Do pomiaru siły użyto siłomierza, w którym odległość między najbliższymi podziałkami wynosiła 0,25 N.

Wyniki pomiarów zebrane są w tabeli:

Masa, g	100	200	300	400	500	600	700	800	1000
Siła nacisku, N									
Siła przy ruszaniu, N	0,5	1,0	1,8	2,0	2,8	3,6	4,0	4,5	5,5
Siła w ruchu jednostajnym, N	0,4	0,8	1,0	1,6	1,7	2,2	2,4	2,5	3,0

a) Uzupełnij tabelę. Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie jest równe 10 m/s^2 . (1 pkt)

b) Zrób wykresy zależności siły w chwili ruszania z miejsca oraz siły przy ruchu jednostajnym od siły nacisku. (4 pkt)

c) Oblicz współczynnik tarcia statycznego i dynamicznego. (2 pkt)

2.67

Zadanie 28. Kulka w cieczy (10 pkt)

Podczas ruchu ciał w płynach (cieczach lub gazach) występuje zjawisko lepkości. Powoduje ono występowanie siły oporu, której wartość w przypadku laminarnego (opływowego) ruchu kulki można wyrazić wzorem

$$F = 6\pi \cdot r \cdot \eta \cdot v \quad \text{gdzie: } r - \text{promień kulki}$$

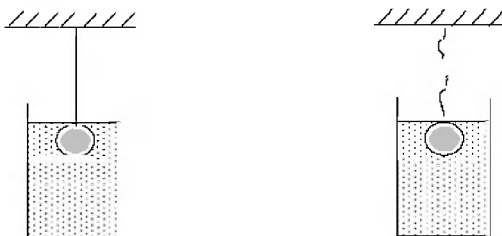
v – prędkość opadania,

η – współczynnik lepkości charakterystyczny dla danej cieczy

28.1 (4 pkt)

Jednorodną metalową kulkę o promieniu 1 cm zawieszono na cienkiej nici i zanurzone całkowicie w wodzie w głębokim naczyniu.

Narysuj, uwzględniając odpowiednie długości wektorów i nazwij siły działające na kulkę w sytuacji:



a) gdy pozostawała nieruchoma. (2 pkt) b) w chwili po przepaleniu nitki (2 pkt)

28.2 (3 pkt)

W tabeli obok podano wartości lepkości wody dla różnych temperatur. Wykaż, że maksymalna wartość prędkości opadania kulki będzie największa w wodzie o temperaturze 25°C . Zmiany gęstości wody związane ze zmianami temperatury pomini. Odpowiedź uzasadnij, zapisując odpowiednie zależności.

Temperatura wody w $^\circ\text{C}$	Lepkość w $10^{-1} \text{ Pa}\cdot\text{s}$
5	1.519
10	1.307
15	1.140
20	1.002
25	0.891

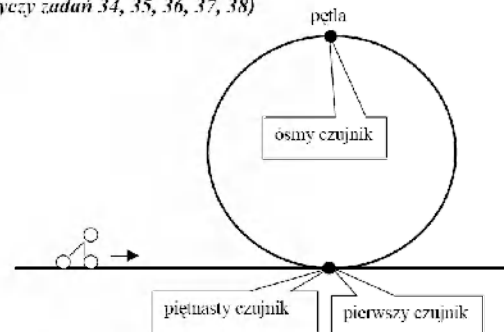
Źródło: Tablice fizyczno-astrofizyczne Wydawnictwo Adamantus

28.3 (3 pkt)

Wyprowadź zależność pozwalającą obliczyć wartość maksymalnej prędkości z jaką opada w cieczy metalowa kulka. Załóż, że dane są: promień kulki, współczynnik lepkości oraz gęstość metalu i cieczy.

2.68

Diabelska pętla (dotyczy zadań 34, 35, 36, 37, 38)



Podczas pokazów kaskaderskich motocyklista pokonał tzw. „pętlę śmierci”, której schemat przedstawiono na rysunku powyżej. Wzdłuż wewnętrznej powierzchni „pętli” zainstalowane zostały w jednakowych odstępach specjalistyczne urządzenia (15 czujników) za pomocą których można było rejestrować siłę nacisku obu kół motocykla na pętlę powierzchni oraz czas, który upłynął od momentu zadziałania pierwszego czujnika. Wyniki pomiarów przedstawiono w poniższej tabeli:

nr czujnika siły	czas rejestracji [s]	wartość siły nacisku [kN]
1	0,00± 0,05	5,96± 0,05
2	0,22± 0,05	5,77± 0,05
3	0,45± 0,05	5,22± 0,05
4	0,67± 0,05	4,44± 0,05
5	0,90± 0,05	3,57± 0,05
6	1,12± 0,05	2,78± 0,05
7	1,35± 0,05	2,23± 0,05
8	1,57± 0,05	2,04± 0,05
9	1,79± 0,05	2,23± 0,05
10	2,02± 0,05	2,77± 0,05
11	2,24± 0,05	3,56± 0,05
12	2,47± 0,05	4,43± 0,05
13	2,69± 0,05	5,22± 0,05
14	2,92± 0,05	5,77± 0,05
15	3,14± 0,05	5,96± 0,05

Całkowita masa motocykla wraz z motocyklistą wynosi 200 kg, zaś wewnętrzny promień pętli 5,60 m. Podczas pokonywania pętli motocyklista poruszał się z prędkością o stałej wartości. W obliczeniach potraktuj układ motocykl-człowiek jako punkt materialny poruszający się po okręgu o promieniu 5 m.

Zadanie 34 (5 pkt.)

Przedstaw na wykresie zależność siły nacisku od numeru czujnika. Zaznacz niepewności pomiarowe.

Zadanie 35 (4 pkt.)

Oblicz wartość prędkości liniowej układu motocykl-człowiek.

Zadanie 36 (3 pkt.)

Oblicz wartość przyspieszenia dośrodkowego układu motocykl-człowiek zakładając, że porusza się on w pętli z prędkością o wartości 10 m/s.

Zadanie 37 (3 pkt.)

Oblicz najmniejszą wartość prędkości, z jaką motocyklista na motorze może bezpiecznie pokonać „pętlę”.

Zadanie 38 (2 pkt.)

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: Prędkość liniowa motocyklisty w czasie pokonywania pętli jest stała. Odpowiedź uzasadnij.

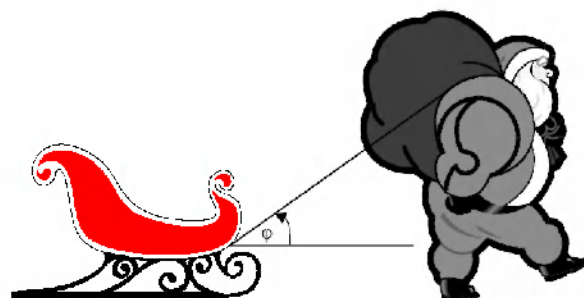
2.69

„Sanki”

Mikołaj ciągnie sanki o masie 5 kg po poziomej powierzchni. Sznurek tworzy z poziomem kąt 30° . Współczynnik tarcia sanek o śnieg ma wartość 0,2. Zależność drogi przebytej przez sanki od czasu przedstawiono w tabeli:

t [s]	0	5	10	12	20	25	27	30	40
s [m]	0	7,5	15	18	30	37,5	40,5	45	60

18. Zaznacz na rysunku wszystkie siły działające na sanki.

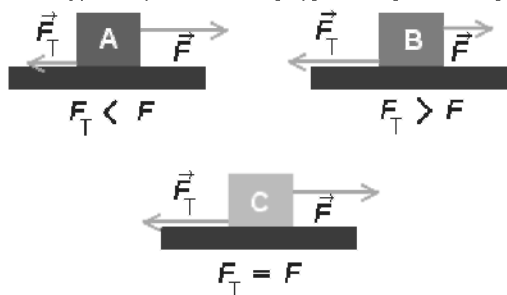


19. Oblicz pracę, którą wykonuje Mikołaj ciągnąc sanki na drodze 50 m.

Dynamika – inne zadania

2.70

Na rysunku przedstawiono siły działające na poruszające się ciała: A, B, C. Analizując te trzy zilustrowane przypadki, odpowiedz na poniższe pytania:



- jakim ruchem poruszają się ciała A, B i C?
- określ kierunek i zwrot wypadkowej siły działającej na ciała A, B i C,
- podaj prawo, na podstawie którego ustaliłeś rodzaj ruchu tych ciał.

2.71

Ciało o masie $m = 8 \text{ kg}$ pod wpływem pewnej siły porusza się z przyspieszeniem $a = 0,5 \text{ m/s}^2$. Jaką wartość ma ta siła?

2.72

Wózkowi o masie 4 kg chcemy nadać przyspieszenie o wartości $0,5 \text{ m/s}^2$. Jaka powinna być wartość siły?

2.73

Co możesz powiedzieć o masach dwóch ciał, które pod działaniem takiej samej siły, uzyskują różne przyspieszenia? Uzasadnij odpowiedź, posługując się wzorami.

2.74

Na wózek o masie $1,5 \text{ kg}$ działamy siłą 6 N . Opory ruchu wózka są tak małe, że możemy je pominać.

- Jakim ruchem porusza się wózek? Odpowiedź uzasadnij.
- Oblicz przyspieszenie wózka.
- Z jakim przyspieszeniem będzie poruszał się ten sam wózek, gdy będziemy na niego działać siłą 12 N ?

2.75

Na klocek działają w kierunku poziomym dwie siły: 8 N i 3 N . Oblicz jakie może być największe i najmniejsze przyspieszenie klocka, wiedząc że jego masa wynosi 2 kg . Opory ruchu pomijamy.

2.76

Wózek o masie 1 kg , poruszający się po poziomym torze, zwiększył swoją prędkość z 5 m/s do 17 m/s w ciągu 4 s . Oblicz siłę wypadkową działającą na wózek.

2.77

Rakieta o masie 16 ton podczas startu uzyskuje przyspieszenie 60 m/s^2 . Oblicz siłę ciągu rakiety. Opór powietrza pomijamy.

2.78

Samochód o masie 1500 kg porusza się z prędkością 54 km/h . W pewnej chwili kierowca wyłączył silnik i samochód zatrzymał się po upływie 30 s . Oblicz średnią siłę oporów ruchu.

2.79

Koń ciągnie wóz. Działa na niego stała siła. Dlaczego wóz porusza się ruchem jednostajnym, a nie jednostajnie przyspieszonym?

2.80

Magnes sztabkowy o masie $0,2 \text{ kg}$ zawieszono na siłomierzu i umieszczono nad żelazną sztabką o takiej samej masie, leżącą na stole. Siłomierz wskazywał siłę $2,5 \text{ N}$. Jaką siłą żelazna sztabka naciskała na stół?

2.81

Dwaj chłopcy o masach 40 kg i 60 kg stoją na wrotkach, na gładkiej podłodze, naprzeciw siebie. W pewnej chwili pierwszy chłopiec odpycha drugiego siłą 20 N . Oblicz, jakie przyspieszenia uzyskują chłopcy podczas odpychania.

2.82

Słoń afrykański osiąga masę $7,5 \text{ tony}$. Na krótkich dystansach słoń ten może osiągnąć prędkość nawet do 36 km/h . Oblicz pęd bieżącego słońa.

2.83

Samochód zwiększył prędkość z 54 km/h do 90 km/h . Oblicz zmianę pędu samochodu, jeżeli masa samochodu wraz z kierowcą wynosi 1000 kg .

2.84

Samochód ciężarowy o masie 10 ton , ruszając z miejsca postoju, osiągnął prędkość 72 km/h w ciągu 50 sekund . Jaka siła działała na samochód? Ile wynosił dostarczony impuls siły?

2.85

Człowiek przewozi tratwę kamienie z jednej strony jeziora na drugą. Niestety, na środku jeziora zgubił wiosło. Czy mógłbyś mu wskazać sposób dotarcia do brzegu oparty na zasadzie zachowania pędu?

2.86

Kulka z plasteliny o masie $m_1 = 2 \text{ kg}$ poruszająca się z prędkością 3 m/s zderza się z nieruchomą kulą z plasteliny o masie $m_2 = 4 \text{ kg}$. Z jaką prędkością będą się poruszały zlepione kulki po zderzeniu?

2.87

Chłopiec o masie 50 kg , stojąc na deskorolce na gładkiej powierzchni, rzucił przed siebie piłkę lekarską o masie 5 kg z prędkością 7 m/s . Z jaką prędkością chłopiec odjechał w przeciwną stronę?

2.88

Wózek o masie 10 kg pod wpływem pewnej siły porusza się z przyspieszeniem 1 m/s^2 . Oblicz, jaką masę piasku należałoby wsypać do wózka, aby pod wpływem tej samej siły poruszał się z przyspieszeniem $0,4 \text{ m/s}^2$.

2.89

Podczas gry piłkarz uderzył w nieruchomą piłkę o masie 450 g , nadając jej szybkość 12 m/s . Czy może to oznaczać, że siłomierz z kulą jest opuszczany lub podczas uderzenia?

2.90

Zaproponuj doświadczenie, w którym wyznaczyłbyś współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego dla drewnianego klocka na drewnianej powierzchni.

2.91

Na sprężynie siłomierza zawieszona jest kulka o masie $0,5 \text{ kg}$. Siłomierz wskazuje $2,5 \text{ N}$. Czy może to oznaczać, że siłomierz z kulą jest opuszczany lub podnoszony ruchem przyspieszonym? Uzasadnij odpowiedź.

2.92

Samochód osobowy o masie $1,3 \text{ t}$ rusza z miejsca ze stałym przyspieszeniem i po upływie 15 s osiąga prędkość o wartości 108 km/h . W ciągu kolejnych 90 s porusza się ruchem jednostajnym, a następnie hamuje ze stałym opóźnieniem. Czas hamowania wynosi 20 s .

- Narysuj wykres zależności wartości prędkości od czasu.
- Oblicz średnią szybkość samochodu.
- Narysuj wykres zależności przyspieszenia od czasu.
- Oblicz wartość sił działających na samochód w poszczególnych etapach ruchu.
- Oblicz zmianę pędu samochodu, która wystąpiła w ciągu 2 min i 5 s .

2.93

Ciało o masie $0,2 \text{ kg}$ znajduje się na równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha = 30^\circ$.

- Wymień siły działające na ciało i sporządź rysunek
- Pomijając tarcie, oblicz przyspieszenie, z jakim będzie się zsuwać ciało po równi
- Wykaż, że współczynnik tarcia statycznego jest równy tangensowi kąta nachylenia równi.
- Oblicz, z jakim przyspieszeniem będzie się zsuwać ciało z równi, jeżeli współczynnik tarcia kinetycznego $f_k = 0,1$.
- Oblicz, jaką dodatkową siłę trzeba przyłożyć do ciała, aby poruszało się ruchem jednostajnym do góry. Współczynnik tarcia kinetycznego $f_k = 0,1$. Wykonaj rysunek.
- Oblicz, jaką prędkość należałoby nadać ciału u podnóża równi o długości $l = 1 \text{ m}$, aby na jej końcu ciało się zatrzymało. Współczynnik tarcia kinetycznego $f_k = 0,1$.

2.94

Zawodnik rozpoczyna jazdę na sankach po pokrytym lodem torze saneczkowym. Po pokonaniu prostoliniowego pochyłego odcinka toru o długości 15 m prędkość zawodnika wynosiła $12,25 \text{ m/s}$. Oblicz kąt nachylenia toru na tym odcinku.

2.95

Samochód jechał z szybkością $v_0 = 72 \text{ km/h}$. Gdy zaczął wjeżdżać pod górę na tor nachylony pod kątem 30° , kierowca wyłączył silnik. Wiedząc, że siła tarcia stanowi $0,2$ ciężaru samochodu, oblicz, jak daleko do momentu zatrzymania się wjedzie samochód. Ile czasu będzie jechał?

2.96

Sanki z Małgosią i Tomkiem połączono razem i przyczepiono do uprzęży konia. Linia łącząca sanki z uprzężą konia tworzy kąt 30° z poziomem. Masa Gosi z sankami wynosi 60 kg , a Tonka 80 kg . Koń ruszając z miejsca ciągnie sanki siłą 50 N .

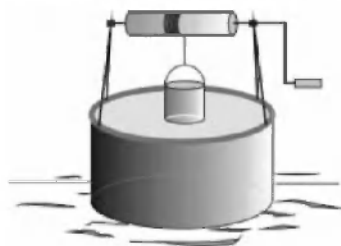
- Oblicz przyspieszenie sanek w chwili startu, gdy pominiemy siły tarcia.
- Oblicz siłę naprężenia linki łączącej sanki Gosi z sankami Tonka podczas ruchu sanek, jeżeli współczynnik tarcia kinetycznego sanek o śnieg wynosi $0,014$.

3.R. Ruch obrotowy bryły sztywnej

3.1

Zadanie 28. Kolowrót (11 pkt)

Kolowrót w kształcie walca, którego masa wynosi 10 kg, zamocowany jest nad studnią (rys.).

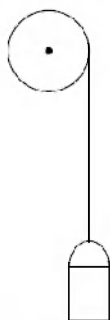


Na kolowrocie nawinięta jest nieważka i nierozciągliwa linka, której górny koniec przymocowany jest do kolowrotu. Do dolnego końca linki przymocowano wiadro o masie 5 kg, służące do wyciągania wody ze studni.

28.1 (5 pkt)

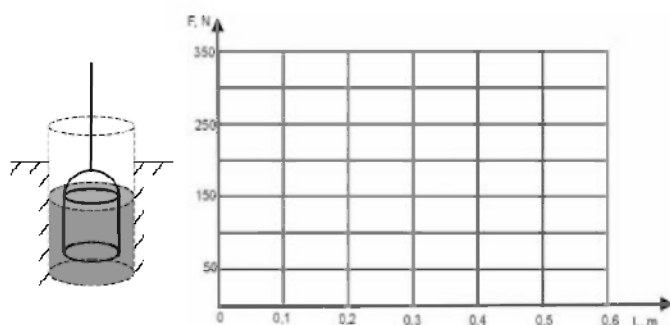
Pod wpływem ciężaru pustego wiadra linka rozwija się, powodując ruch obrotowy kolowrotu. Narysuj siły działające w tym układzie oraz oblicz przyspieszenie wiadra. Moment

bezwładności walca względem osi obrotu wyraża się wzorem: $I = \frac{1}{2}mr^2$. Pomiń wpływ sił oporu ruchu oraz korby z rączką na wartość przyspieszenia.



28.2 (3 pkt)

Po nabraniu wody, wiadro ze stanu pełnego zanurzenia (rys.), jest wyciągane ze studni ruchem jednostajnym. Narysuj wykres zależności wartości F siły naciągu linki od drogi L przebytej przez górny brzeg wiadra ponad lustrem wody w studni. Masa wiadra wypełnionego wodą jest równa 25 kg. Wiadro ma kształt walca o wysokości 0,4 m. Pomijamy objętość blachy, z której zrobione jest wiadro. Poziom wody w studni nie ulega zmianom. Przyjmij przyspieszenie ziemskie $g = 10 \frac{m}{s^2}$.



28.3 (2 pkt)

Wyjaśnij, dlaczego parcie wody na dno podczas wyciągania wiadra wypełnionego wodą ze studni ruchem przyspieszonym jest większe niż podczas wyciągania wiadra ruchem jednostajnym.

3.2

Zadanie 28. (10 pkt) MALPKA I PULSAR

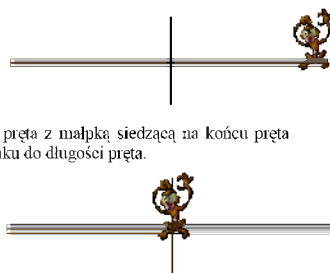
Na jednym z końców obracającej się wokół pionowej osi cienkościennej rurki siedzi małpka. Rurka ma długość 2 m, jej masa wynosi 0,5 kg, małpka ma masę 2 kg. Oś obrotu przechodzi przez środek rurki.

a) (2 pkt) Oblicz wartość momentu bezwładności pręta z małpką siedzącą na końcu pręta. Przyjmij, że rozmiary małpki są niewielkie w stosunku do długości pręta.

b) (2 pkt) W pewnej chwili pręt z małpką siedzącą na końcu został wprawiony w powolny ruch obrotowy tak, że wykonywał jeden obrót na 10 sekund. Małpka nie była z tego zbyt zadowolona i przeszła na środek pręta. Pręt z siedzącą na środku małpką zaczął wirować szybciej, mimo że nikt do niego nie podchodził.

Dlaczego pręt zaczął wirować szybciej, gdy małpka przeszła na jego środek?

c) (3 pkt) Oblicz okres obrotu pręta, jeżeli małpka siedzi na jego środku.



d) (3 pkt) Pulsary są gwiazdami neutronowymi o średnicy rzędu 20 - 100 km powstałymi w toku ewolucji gwiazd o masach większych od masy Słońca. Jądro gwiazdy gwałtownie zmniejsza swój promień, a materia poza jądrem zostaje wyrzucona w przestrzeń. Powstały obiekt składa się głównie z neutronów i bardzo szybko wiruje. Okres jednego obrotu jest rzędu nawet jednej setnej sekundy. Sprawdź (wykonując obliczenia), czy zmniejszenie promienia jądra gwiazdy ze 100 000 km do 10 km (przy zachowaniu stałej masy jądra) prowadzi do zmniejszenia okresu obrotu z 30 dni do setnych części sekundy.

3.3

Zadanie 25. Gwiazda neutronowa (5 pkt)

Z gwiazdy o masie $4 \cdot 10^{30}$ kg, promieniu 10^6 km i okresie wirowania 10^5 s w czasie wybuchu supernowej zostaje odrzuconych w przestrzeń kosmiczną 90% masy. Z pozostałej masy powstaje gwiazda neutronowa o promieniu 100 km. Odrzucona masa nie unosi momentu pędu. Moment bezwładności kuli $I = 0,4mr^2$.

Oblicz okres wirowania gwiazdy neutronowej oraz gęstość gwiazdy przed i po wybuchu.

4. Pole grawitacyjne. Praca.

Moc.Energia – zadania z arkusza I

4.1

Zadanie 17. (3 pkt)

Akrobatka spada na spadochronie ze stałą prędkością 10 m/s. Masa akrobatki wraz ze spadochronem wynosi 70 kg. Oblicz moc, z jaką akrobatka pokonuje opór powietrza.

4.2

Zadanie 15. (3 pkt)

Prom kosmiczny porusza się w odległości 100 km od powierzchni Ziemi po orbicie kołowej z prędkością 7,85 km/s. Oblicz energię kinetyczną, potencjalną i całkowitą tego promu, wiedząc że jego masa wynosi 100 ton.

Wskazówka:

Bezwzględna wartość energii potencjalnej promu krążącego po orbicie bez napędu jest dwa razy większa od jego energii kinetycznej.

4.3

Zadanie 19. (3 pkt)

Oblicz średnią gęstość Ziemi, zakładając, że Ziemia jest kulą o promieniu $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$. Stała grawitacji wynosi $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$. Przyjmij do obliczeń wartość przyspieszenia ziemskiego

równą $9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

4.4

Zadanie 3. (1 pkt)

W tabeli zamieszczono przyspieszenia grawitacyjne na powierzchni wybranych planet Układu Słonecznego.

Planeta	Przyspieszenie grawitacyjne
Merkury	$3,71 \text{ m/s}^2$
Ziemia	$9,78 \text{ m/s}^2$
Jowisz	$22,65 \text{ m/s}^2$
Neptun	$10,91 \text{ m/s}^2$

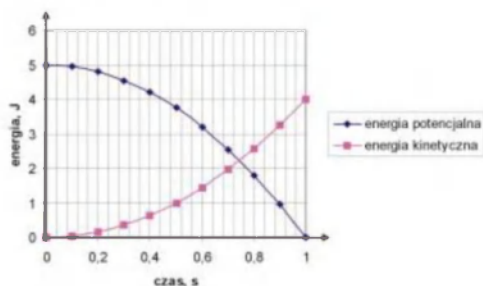
Długość wahadła matematycznego o okresie drgań równym 1 s. będzie największa na

- A. Merkury.
- B. Ziemi.
- C. Jowiszu.
- D. Neptunie.

4.5

Zadanie 4. (1 pkt)

Z balkonu znajdującego się na wysokości 5 m nad ziemią dziecko upuściło misia (bez prędkości początkowej). Na poniższym wykresie przedstawiono zależność energii potencjalnej i kinetycznej spadającego misia od czasu.



Na podstawie wykresu określ, które z poniższych stwierdzeń jest nieprawdziwe.

- A. Czas spadania misia był równy 1 s.
- B. Masa spadającego misia wynosi 0,1 kg.
- C. Podczas spadania misia działają siły oporu.
- D. Misi uderzył w ziemię z prędkością 12 m/s.

4.6

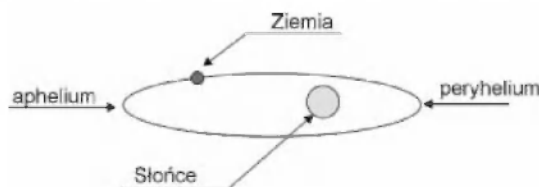
Zadanie 12. (2 pkt)

Satelita geostacjonarny porusza się wokół Ziemi po orbicie o promieniu około 42000 km. Oszacuj wartość prędkości liniowej, z jaką porusza się satelita.

4.7

Zadanie 23. (2 pkt)

Ziemia, podczas ruchu wokół Słońca po eliptycznej orbicie, raz znajduje się najbliżej Słońca (peryhelium), a raz najdalej (aphelium).



Zapisz, w którym punkcie orbity wartość prędkości liniowej Ziemi jest największa, a w którym najmniejsza? Uzasadnij odpowiedź.

4.8

Zadanie 4. (1 pkt)

Planety w ruchu dookoła Słońca poruszają się po orbitach będących

- A. okręgami.
- B. hiperbolami.
- C. elipsami.
- D. parabolami.

4.9

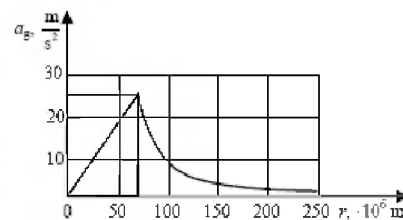
Zadanie 9. Samochód na podnośniku (3 pkt)

Podczas stygnięcia wody w szklance od temperatury wrzenia do temperatury otoczenia wydziela się energia o wartości około 67200 J. Oblicz, na jaką wysokość można by podnieść samochód o masie 1 tony, wykorzystując energię o podanej wartości.

4.10

Zadanie 11. Pole grawitacyjne planety (2 pkt)

Wykres przedstawia zależność przyspieszenia grawitacyjnego pewnej planety będącej jednorodną kulą od odległości od jej środka. Odczytaj z wykresu i zapisz, przybliżoną wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni planety oraz wartość promienia tej planety. Promień wyraż w metrach.



4.11

Zadanie 6. (1 pkt)

Pilkę o masie 1 kg upuszczono swobodnie z wysokości 1 m. Po odbiciu od podłoża piłka wzniosła się na maksymalną wysokość 50 cm. W wyniku zderzenia z podłożem i w trakcie ruchu piłka straciła energię o wartości około

- A. 1 J
- B. 2 J
- C. 5 J
- D. 10 J

4.12

Zadanie 12. Krople deszczu (4 pkt)

Z krawędzi dachu znajdującego się na wysokości 5 m nad powierzchnią chodnika spadają krople deszczu.

12.1 (2 pkt)

Wykaż, że czas spadania kropli wynosi 1 s, a jej prędkość końcowa jest równa 10 m/s. W obliczeniach pominiij opór powietrza oraz przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

12.2 (2 pkt)

Uczeń, obserwując spadające krople ustalił, że uderzają one w chodnik w jednakowych odstępach czasu co 0,5 sekundy. Przedstaw na wykresie zależność wartości prędkości od czasu dla co najmniej 3 kolejnych kropli. Wykonując wykres przyjmij, że czas spadania kropli wynosi 1 s, a wartość prędkości końcowej jest równa 10 m/s.

4.13

Zadanie 15. Satelita (2 pkt)

Satelita krąży po orbicie kołowej wokół Ziemi. Podaj, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe:

„Wartość prędkości liniowej tego satelity zmaleje po przeniesieniu go na inną orbitę kołową o większym promieniu”.

Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiednich zależności.

4.14

Zadanie 16. Pocisk (4 pkt)

Stalowy pocisk, lecący z prędkością o wartości 300 m/s wbił się w hałdę piasku i ugrzązł w niej.

16.1 (3 pkt)

Oblicz maksymalny przyrost temperatury pocisku, jaki wystąpi w sytuacji opisanej w zadaniu przyjmując, że połowa energii kinetycznej pocisku została zamieniona na przyrost energii wewnętrznej pocisku. Ciepło właściwe żelaza wynosi $450 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$.

16.2 (1 pkt)

Wyjaśnij krótko, na co została zużyta reszta energii kinetycznej pocisku.

4.15

Zadanie 4. (1 pkt)

Wartość siły przyciągania grawitacyjnego między dwoma masami wzrasta dziewięciokrotnie. Odległość między nimi

- A) zmalała dziewięciokrotnie.
- B) zmalała trzykrotnie.
- C) wzrosła trzykrotnie.
- D) wzrosła dziewięciokrotnie.

4.16

Zadanie 15. Krążek hokejowy (3 pkt)

Poruszający się po lodowej taflę krążek hokejowy zatrzymał się po przebyciu 15 m. Oblicz współczynnik tarcia krążka o lód, jeżeli prędkość początkowa krążka wynosiła $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

4.17

Zadanie 17. Kulka (4 pkt)

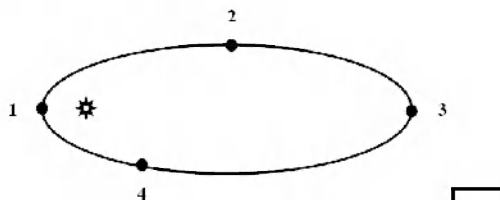
Metalową kulkę zawieszoną na nici o długości 1 m odchyłono o kąt 30° od pionu i puszczono swobodnie. Oblicz wartość prędkości kulki w chwili, gdy znajduje się w najniższym położeniu. Pomiń opory ruchu.

4.18

Zadanie 9. (1 pkt)

Planeta okrąża gwiazdę po orbicie eliptycznej. Wartość prędkości liniowej planety podczas jej ruchu jest największa w punkcie oznaczonym numerem

- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4



4.19

Zadanie 18. Samochód (2 pkt)

Gdy samochód porusza się po poziomej drodze ruchem jednostajnym prostoliniowym z prędkością o wartości 54 km/h, konieczne jest działanie siły o wartości 1000 N. Oblicz moc niezbędną do utrzymania stałej wartości prędkości samochodu.

4.20

Zadanie 19. Metalowa kulka (5 pkt)

Mała metalowa kulka o masie 0,1 kg spada swobodnie.

- a) Zapisz formułę matematyczną (wzór) opisującą zależność energii kinetycznej kulki od czasu jej spadania. (1 pkt)
b) Narysuj wykres ilustrujący zależność energii potencjalnej od czasu dla swobodnie spadającej kulki. Załóż, że kulka ma masę 0,1 kg i spada z wysokości 45 m. W obliczeniach przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s². Wykorzystaj tabelę zamieszczoną poniżej (dokonaj odpowiednich obliczeń). (4 pkt)

czas spadania w sekundach	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
energia potencjalna w dżulach							

4.21

Zadanie 22. Dwa satelity (4 pkt)

Po orbitach kołowych krążą wokół Ziemi dwa satelity. Minimalna odległość między satelitami wynosi 6 R_Z (R_Z – promień Ziemi, R_Z ≈ 6,37·10⁶ m). Wartość prędkości liniowej satelity znajdującego się dalej od Ziemi jest dwa razy mniejsza niż satelity znajdującego się bliżej Ziemi. Oblicz długość promienia orbity satelity krążącego bliżej Ziemi. Załóż, że orbity obu satelitów leżą w jednej płaszczyźnie.

4.22

Zadanie 5. (1 pkt)

Jeżeli g- oznacza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni planety, a R promień planety to drugą prędkość kosmiczną dla tej planety można zapisać wzorem

A. $v = \sqrt{2gR}$.

C. $v = \sqrt{\frac{2R}{g}}$.

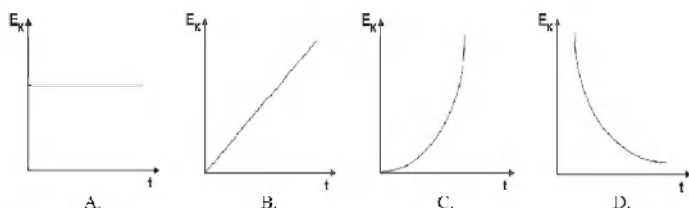
B. $v = \sqrt{\frac{2g}{R}}$.

D. $v = \sqrt{\frac{gR}{2}}$.

4.23

Zadanie 7. (1 pkt)

Autobus porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym po linii prostej. Zależność energii kinetycznej tego autobusu od czasu prawidłowo przedstawiono na wykresie



4.24

Zadanie 2. (1 pkt)

Na pewnej planecie, w pobliżu jej powierzchni, każdy kamień spada z przyspieszeniem około 5m/s² (na powierzchni Ziemi z przyspieszeniem około 10 m/s²). Może to oznaczać, że

- A. planeta ta ma taką samą masę jak Ziemia, ale dwukrotnie mniejszy promień.
B. planeta ta ma masę 2 razy większą od masy Ziemi, a jej promień jest taki sam jak Ziemi.
C. planeta ta ma taką samą masę jak Ziemia, ale dwukrotnie większy promień.
D. planeta ta ma masę 2 razy mniejszą od masy Ziemi, a jej promień jest taki sam jak Ziemi.

4.25

5. Energia kinetyczna samochodu ma wartość 2·10⁵ J. Gdy szybkość samochodu wzrośnie dwa razy, to jego energia kinetyczna będzie mieć wartość:

- A) 8·10⁵ J B) 4·10⁵ J C) 10⁵ J D) 4·10⁴ J

X	B	C	D
---	---	---	---

4.26

Zadanie 14. (2 pkt)

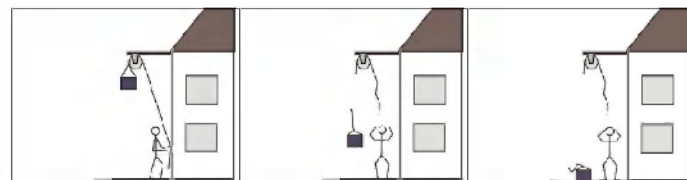
Huślawka, na której siedzi Ania ma okres wahania 8 sekund. W pewnym momencie Ania znajduje się w najwyższym położeniu nad Ziemią. Oblicz czas, po którym od tego momentu Ania będzie poruszać się z maksymalną szybkością. Uzasadnij, dlaczego w tym momencie prędkość będzie największa.



4.27

Zadanie 18. (3 pkt)

Powiedzenie, że „w przyrodzie nic nie ginie” fizycy kojarzą z energią, która zachowuje swoją wartość przekształcając się z jednej formy w drugą. Poniżej zamieszczone komiks o pechowym murarzu.



Wypisz kolejno formy z jakich przekształca się energia skrzyni podczas sytuacji przedstawionej w komiksie. Napisz jakie musi być przyjęte założenie, aby energia mechaniczna skrzyni w przedstawionej sytuacji była stała.

4.28

Zadanie 8. (1 pkt)

W trakcie zderzenia dwa samochody uległy częściowemu zniszczeniu. Oznacza to, że

- A. energia kinetyczna pojazdów po zderzeniu jest mniejsza niż przed zderzeniem, bo energia wewnętrzna samochodów zmalała.
B. energia kinetyczna pojazdów jest mniejsza niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów wzrosła.
C. energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, bo energia wewnętrzna samochodów zmalała.
D. energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów wzrosła.

4.29

Zadanie 1. (1 pkt)

Z wysokości h rzucono dwie piłki z prędkościami o tej samej wartości v₀ – jedną pionowo do góry, a drugą pionowo w dół.

Jeśli nie uwzględnimy oporu powietrza, to o wartościach prędkości v₁ i v₂ piłek w chwili upadku na ziemię możemy powiedzieć, że

- A. v₁ < v₂ B. v₁ > v₂ C. v₁ = v₂ D. prędkości zależą od mas piłek.

4.30

Zadanie 3. (1 pkt)

Skrzynię o masie m przesuwały ruchem jednostajnym na odległość s, raz pchając ją z siłą skierowaną poziomo, a drugi raz ciągnąc z siłą o tej samej wartości skierowaną pod kątem 60° do poziomu.

O pracach W₁ i W₂ wykonanych w obu przypadkach możemy powiedzieć, że

- A. W₁ = W₂ B. W₁ = 2W₂ C. W₁ = $\frac{1}{2}$ W₂ D. W₂ = 2W₁

4.31

Zadanie 4. (1 pkt)

Jeśli ciało rzucone pionowo do góry z prędkością o wartości v₀ wzniósł się na pewną wysokość h blisko powierzchni Ziemi, to na planecie o przyspieszeniu grawitacyjnym 2 razy większym niż na Ziemi wzniósłoby się na wysokość h₀

Pomiędzy tymi wysokościami zachodzi zależność

- A. h₀ = 2h B. h₀ = h C. h₀ = $\frac{h}{2}$ D. h₀ = $\frac{h}{4}$

4.32

Zadanie 8. Prawa Keplera (2 pkt)

Okres od równonocy jesiennej 21 września do równonocy wiosennej 21 marca jest o 3 doby krótszy niż od 21 marca do 21 września. W każdym z tych okresów odcinki łączące środki Ziemi i Słońca leżą na jednej prostej.

Na podstawie tych informacji i praw Keplera zrób rysunek i podaj, w którym z tych okresów Ziemia jest bliżej Słońca.

4.33

Zadanie 17. Ruch w polu (4 pkt)

Przedstaw na rysunkach tor ruchu ładunku ujemnego poruszającego się w jednorodnym polu elektrostatycznym zwróconym pionowo w dół oraz tor masy poruszającej się w jednorodnym polu grawitacyjnym o takim samym zwrocie. Przyjmij, że w obu przypadkach prędkość początkowa była pozioma. Określ kierunek i zwrot działających sił.

4.34

Zadanie 2. (1 pkt)

Stalowa kulka została upuszczona z wysokości jednego metra nad powierzchnią ławki szkolnej. Po odbiciu od powierzchni ławki maksymalne wzniesienie kulki wyniosło 0,25 m. Pomijając wpływ oporu powietrza na ruch kulki możemy powiedzieć, że podczas odbicia od powierzchni ławki kulka straciła

- A. 50% swojej energii całkowitej.
B. 25% swojej energii całkowitej.
C. 75% swojej energii całkowitej.
D. 100% swojej energii całkowitej.

4.35

Zadanie 12. Gwiazdy w Galaktyce (4 punkty)

Słońce, którego masa wynosi 2·10³⁰ kg obiega środek Drogi Mlecznej, odległy od nas o 2,2·10¹⁷ m w czasie 2,5·10⁸ lat. Przyjmując dla uproszczenia, że wszystkie gwiazdy w Galaktyce mają masę równą masie Słońca, że są one równomiernie rozłożone w kuli o środku w centrum Galaktyki oraz, że Słońce znajduje się na skraju tej kuli, oszacuj liczbę gwiazd w naszej Galaktyce.

4.36

Zadanie 22. Księżyc Saturna (4 pkt)

W tabeli przedstawiono informacje dotyczące dwóch księżyców Saturna. Przyjmij, że księżycy poruszają się po orbitach kołowych.

Nazwa księżycy	Promień orbity księżycy w km	Okres obiegu księżycy w dniach
Kalipso	$2,95 \cdot 10^5$	1,90
Epimeteus	$1,52 \cdot 10^5$	

a) Oblicz okres obiegu Epimeteusa. (2 pkt)

b) Zapisz formułę matematyczną, dzięki której można obliczyć masę Saturna wykorzystując dane zawarte w tabeli. (2 pkt)

4.37

Zadanie 2. (1 punkt)

Piłka tenisowa spada swobodnie z wysokości H . Podczas zderzenia piłki z podłogą 50% jej energii kinetycznej ulega rozproszeniu. Na jaką wysokość wznieś się ta piłka po drugim odbiciu?

- A) $H/8$
B) $H/4$
C) $H/2$
D) $H/\sqrt{2}$

4.38

Zadanie 5. (1 punkt)

Samochód, którego silnik pracuje z mocą 30 kW jedzie ze stałą prędkością o wartości $v=20$ m/s. Siła napędowa samochodu jest równa

- A) 0,15 kN.
B) 0,50 kN.
C) 1,50 kN.
D) 6,00 N.

4.39

Zadanie 17. Stacja nadawcza (3 punkty).

Pewna stacja nadawcza o mocy $P=200$ kW pracuje na częstotliwości $\nu=98$ MHz. Ile fotonów emituje antena tej stacji w ciągu jednej sekundy?

4.40

Zadanie 19. Krople deszczu (2 punkty)

Krople deszczu spadają na ziemię z chmury znajdującej się na wysokości 1700 m. Oblicz, jaką wartość prędkości (w $\frac{m}{s}$) miałyby te krople w chwili upadku na ziemię, gdyby ich ruch nie był spowalniany w wyniku oporu powietrza.

4.41

Zadanie 20. Gwiazdy neutronowe (3 punkty)

Podejrzewa się, że niektóre gwiazdy neutronowe (gwiazdy o olbrzymiej gęstości) wirują z prędkością 1 obrotu na sekundę. Przyjmując, że taka gwiazda ma promień 20 km, oblicz, jaka musi być jej masa minimalna, by materia na jej powierzchni nie oderwała się od gwiazdy przy tak szybkim obrocie.

4.42

Zadanie 17. Gwóźdź (5 pkt)

Młotek o masie 0,5 kg poruszający się z prędkością o wartości 10 m/s, podczas wbijania gwóźdź w drewno, uderza prostopadłe jego główkę i po upływie 0,002 s zatrzymuje się.

17.1. (2 pkt)

Oblicz średnią wartość siły z jaką młotek działa na gwóźdź w czasie uderzenia.

17.2. (3 pkt)

Oblicz wysokość z jakiej należałoby swobodnie upuścić ten młotek aby uderzenie wbiło gwóźdź na tę samą głębokość.

4.43

Zadanie 18. Piłeczka (4 pkt)

Piłeczkę pingpongową o masie 3 g upuszczono z wysokości 1 m na twarde podłoże. Po odbiciu od podłoża wzniosła się ona na maksymalną wysokość 0,7 m.

18.1 (2 pkt)

Oblicz, o ile w tym czasie zmniejszyła się energia mechaniczna piłeczki.

18.2 (2 pkt)

Podaj dwie przyczyny, które powodują zmniejszenie energii mechanicznej piłeczki w opisanej powyżej sytuacji.

4.44

Zadanie 2. (1 pkt)

Piotruś rzucił piłkę tenisową pionowo do góry. Piłka wzniosła się na wysokość 3,2 m nad podłogę sali gimnastycznej i spadła. Pomijając opór powietrza można stwierdzić, że przed upadkiem na podłogę piłka miała prędkość:

- A) 32 m/s, B) 8 m/s, C) 6,4 m/s, D) 3,2 m/s.

4.45

Zadanie 6 (1 pkt)

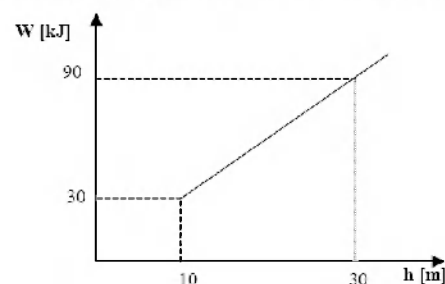
Dwa satelity krążą wokół Ziemi po orbitach kołowych. Masa drugiego satelity i promień jego orbity są dwukrotnie większe niż pierwszego satelity. Prędkości liniowe tych satelitów spełniają zależność:

- a) $v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}}$
b) $v_1 = v_2$
c) $v_1 = \sqrt{2} v_2$
d) $v_1 = 2v_2$

4.46

Zadanie 3. (1 pkt)

Wykres podaje wartości pracy wykonanej przez dźwig przy podnoszeniu pewnej masy ruchem jednostajnym na wysokość h . Jak duża jest ta masa?



- A) 30 kg, B) 100 kg, C) 300 kg, D) 1000 kg.

4.47

Zadanie 4. (1 pkt)

Planeta Jowisz krąży wokół Słońca po orbicie kołowej bardziej oddalonej od Słońca niż orbita Ziemi. Okres obiegu Jowisza wokół Słońca jest 12 razy dłuższy niż okres obiegu Ziemi wokół Słońca. Stosunek promienia orbity Jowisza do promienia orbity Ziemi wynosi około:

- A) 5,2 B) 12 C) 96 D) 144

4.48

Zadanie 19. (2 pkt)

Samochód stoi na czterech kołach, ciśnienie powietrza w każdej z opon wynosi $2 \cdot 10^5$ Pa (około 2 atmosfer). Powierzchnia, na jakiej każda z opon styka się z ziemią, to kwadrat o boku 0,1 m (10 cm). Oblicz, jaka jest masa samochodu.

4.49

Zadanie 10 (1 pkt)

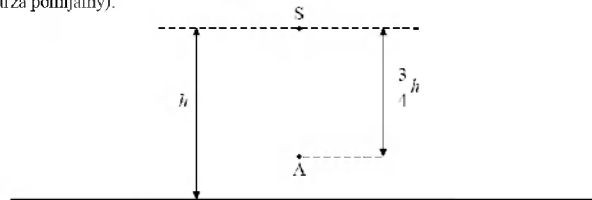
Gwiazda o masie $3 \cdot 10^{30}$ kg wytwarza pole grawitacyjne. W pewnym punkcie tego pola na ciało o masie 3 kg działa siła o wartości 150 N. Natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez gwiazdę ma w tym punkcie wartość:

- a) 50 N/kg,
b) 450 N/kg,
c) $5 \cdot 10^{-39}$ N/kg,
d) $4,5 \cdot 10^{32}$ N/kg.

4.50

Zadanie 2 (1 pkt)

Piłkę puszczono swobodnie z punktu S, znajdującego się na wysokości h . Stosunek wartości prędkości piłki w momencie tuż przed uderzeniem o powierzchnię Ziemi do wartości prędkości w punkcie A przedstawionym na rysunku jest równy:
(Opór powietrza pomijamy).



- a) $\frac{1}{2}$, b) $\frac{\sqrt{2}}{2}$, c) $\frac{\sqrt{3}}{3}$, d) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$.

4.51

Zadanie 5 (1 pkt)

Piłka tenisowa uderza o powierzchnię boiska z prędkością o wartości $10 \frac{m}{s}$ skierowaną pionowo w dół i odbija się od niej z prędkością o tej samej wartości. Przyrost prędkości piłki ma wartość:

- a) $20 \frac{m}{s}$
b) $10 \frac{m}{s}$
c) $5 \frac{m}{s}$
d) $0 \frac{m}{s}$

4.52

Zadanie 6 (1 pkt)

Jezeli na powierzchni Marsa, którego promień wynosi 3400 km, natężenie pola grawitacyjnego ma wartość 3,77 N/kg, to w odległości 6800 km od powierzchni tej planety wartość natężenia pola grawitacyjnego wynosi około:

- a) 1,89 N/kg,
b) 1,26 N/kg,
c) 0,94 N/kg,
d) 0,42 N/kg.

4.53

Zadanie 13 (3 pkt.) Natężenie ziemskiego pola grawitacyjnego

Ustal czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: Natężenie ziemskiego pola grawitacyjnego ma stałą wartość dla każdego punktu na powierzchni Ziemi. Odpowiedź uzasadnij, podając co najmniej dwa argumenty.

4.54

Zadanie 7 (1 pkt)

Dwa satelity o masach m i $4m$ krążą wokół Ziemi po orbitach o promieniach r i $4r$. Prędkości tych satelitów odpowiednio v_1 i v_2 spełniają zależność:

- a) $v_1 = 2v_2$,
b) $v_1 = \sqrt{2}v_2$,
c) $v_1 = v_2$,
d) $v_1 = 0,5v_2$.

4.55

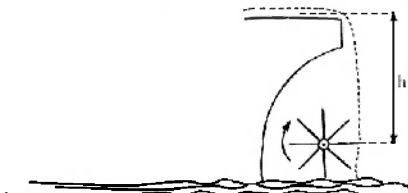
Zadanie 15.

Wykaż, że gdyby Ziemia nie posiadała atmosfery, to ciało spadające z wysokości 20 000 km zderzyłoby się z jej powierzchnią z prędkością 9 734 m/s.

4.56

Mała elektrownia wodna (dotyczy zadań 14, 15, 16, 17, 18)

Na niewielkiej rzece zbudowano zaporę. U podstawy zapory zainstalowano turbinę wodną (rysunek), przez którą przepływa 100 litrów wody w ciągu 1 sekundy. Wysokość $h = 2$ m.



Zadanie 14 (3 pkt.)

Narysuj wykres ilustrujący zależność masy wody przepływającej przez zaporę od czasu, w przedziale od 0 minut do 10 minut, zaznaczając co najmniej pięć punktów na wykresie.

Zadanie 15 (2 pkt.)

Oblicz wartość prędkości wody z jaką uderza ona w łopatki turbiny. Przyjmij, że wartość prędkości wody przed zaporą jest znikomo mała oraz nie uwzględniaj oporów ruchu.

Zadanie 16 (2 pkt.)

Oblicz wartość prędkości kątowej, z jaką obracać się będzie turbina o średnicy 0,5 m, jeżeli spadająca woda nadaje końcom łopatki prędkość o wartości 6 m/s.

Zadanie 17 (2 pkt.)

Oblicz moc pracującej turbiny. Przyjmij, że 90% zmiany energii potencjalnej wody zostaje zamienione na pracę turbiny.

Zadanie 18 (2 pkt.)

W wyniku uderzenia wody o łopatki turbiny 10% zmiany energii potencjalnej wody zostało zamienione w przyrost energii wewnętrznej tej wody. Oblicz przyrost temperatury wody.

Ciepło właściwe wody jest równe $4200 \frac{J}{kg \cdot K}$.

4.57

Zadanie 12 (3 pkt.)

Księżyc Marsa Deimos obiega go po orbicie kołowej o promieniu $2,34 \cdot 10^7$ m w czasie $1,08 \cdot 10^5$ s. Oblicz na tej podstawie masę Marsa.

4.58

Astronauta podczas zbierania próbek skał z powierzchni Księżyca upuścił szczypek z wysokości 1m. Przyspieszenie grawitacyjne przy powierzchni Księżyca ma wartość 1,6 m/s².

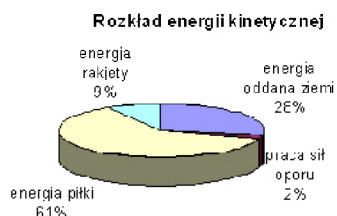
Czas spadania szczypek wynosił:

- A). 0,63 s; C). 1,12 s;
B). 0,79 s; D). 1,25 s.

4.59

Zadanie 16 (3 pkt)

Maciek grając w tenisa, podbił raketką piłkę pionowo w górę. Całkowita energia kinetyczna włożona w ten rzut miała wartość 4 J. Rozkład tej energii na poszczególne ciała w momencie uderzenia został przedstawiony poniżej na diagramie kołowym.



Oblicz, na jaką wysokość względem punktu wyrzucenia wznieś się piłka, jeżeli jej masa wynosi 0,06 kg

4.60

Zadanie 17 (3 pkt)

Średnia gęstość Słońca wynosi około $1,4 \cdot 10^3$ kg/m³, a jego promień - $7 \cdot 10^8$ m. Oblicz przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Słońca.

4.61

Zadanie 19 (3 pkt.)

Piasek sypie się na poruszającą się poziomo taśmę transportera. W jednostce czasu spada masa piasku Δm . Oblicz jaka moc minimalna jest potrzebna, by utrzymać stałą prędkość V taśmy? Uzasadnij odpowiedź.

4.62

W tabeli podano, jak zmienia się wartość natężenia marsjańskiego pola grawitacyjnego wraz z odległością. Promień Marsa przyjmij 3400 km.

Lp.	Odległość od powierzchni Marsa [km]	Wartość natężenia pola grawitacyjnego Marsa [N/kg]
1	0	3.71
2	18	3.67
3	36	3.63
4	54	3.59
5	72	3.56
6	90	3.52
7	3400	2.97
8	6000	0.49

17. Wykorzystując dane zamieszczone w tabeli oblicz, z jaką szybkością porusza się Phobos (jeden z księżyców Marsa) po orbicie kołowej wokół planety. Odległość pomiędzy środkiem Marsa i Phobosa wynosi w przybliżeniu 9400 km. Wynik podaj w km/s.

4.63

Zadanie 4.

Wykaż, że doba na Ziemi musiałaby trwać 1 godzinę 24 minuty i 28 s, aby ciała na równiku nic nie ważyły. Przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego na równiku $g = 9,78 \text{ m/s}^2$ oraz promień Ziemi $R_Z = 6370 \text{ km}$.

4.64

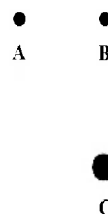
13. Piłka (3 pkt)

Gimnastyczka wyrzuciła pionowo w górę piłkę z prędkością o wartości 4 m/s. Piłka w momencie wyrzucania znajdowała się na wysokości 1 m licząc od podłogi. Oblicz wartość prędkości, z jaką piłka uderzy o podłogę. Załóż, że na piłkę nie działa siła oporu.

4.65

14. Kule (3 pkt)

Dwie małe jednorodne kule A i B o jednakowych masach umieszczono w odległości 10 cm od siebie. Kule te oddziaływały wówczas siłą grawitacji o wartości $6,67 \cdot 10^{-9}$ N. Obok tych kul umieszczono małą jednorodną kulę C tak, jak pokazano na rysunku (widok z góry). Masa kuli C jest czterokrotnie większa od masy kuli B, a odległość pomiędzy kulą B i C wynosi 20 cm.



Oblicz wartość wypadkowej siły grawitacji działającej na kulę B.

4.66

15. Pierwsza prędkość kosmiczna (2 pkt)

Wykaż (nie obliczając wartości liczbowych), że wartość pierwszej prędkości kosmicznej dla Ziemi można obliczyć z zależności $v = \sqrt{g R_Z}$ gdzie: g – wartość przyspieszenia ziemskiego na powierzchni Ziemi, a R_Z – promień Ziemi.

4.67

16. Mars (4 pkt)

Planuje się, że do 2020 roku zostanie założona na powierzchni Marsa baza dla kosmonautów. Większość czasu podczas lotu na Marsa statek kosmiczny będzie podróżował z wyłączonymi silnikami napędowymi.

16.1. (2 pkt)

Ustal, czy podczas lotu na Marsa (z wyłączonymi silnikami) kosmonauci będą przebywali w stanie nieważkości. Odpowiedź krótko uzasadnij, odwołując się do praw fizyki.

Wokół Marsa krążą dwa księżyce Fobos (Groza) i Deimos (Strach). Obiegają one planetę po prawie kołowych orbitach położonych w płaszczyźnie jej równika. W tabeli poniżej podano podstawowe informacje dotyczące księżyców Marsa.

Księżyc	Średnia odległość od Marsa w tys. km	Okres obiegu w dniach	Średnica w km	Masa w 10^{20} kg	Gęstość w kg/m^3
Fobos	9,4	0,32	27	0,0001	2200
Deimos	23,5	1,26	13	0,00002	1700

Na podstawie: "Atlas Układu Słonecznego NASA", Prószyński i S-ka, Warszawa 1999 r.

16.2. (2 pkt)

Wykaż, korzystając z danych w tabeli i wykonując niezbędne obliczenia, że dla księżyców Marsa spełnione jest III prawo Keplera.

Pole grawitacyjne. Praca.

Moc.Energia – zadania z arkusza II

4.68

Zadanie 25. (wahadło)

Uczniowie podczas lekcji wyznaczali masę Ziemi, wykorzystując wahadło matematyczne. Do dyspozycji uczniów przygotowano następujące przyrządy: nici, obciążniki o małych rozmiarach, stoper, pryzmat, haczyk przymocowany do sufitu sali. Uczniowie zapisali wyniki swoich pomiarów i obliczeń w tabelce:

Długość wahadła [m]	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5
Średni okres drgań [s]	1,43	1,73	1,99	2,24	2,45	2,66	2,83	3,00	3,17
Masa Ziemi [10^{24} kg]	5,885	5,939	6,031	5,958	5,988	5,952	5,994	5,976	5,988

Zadanie 25.1. (4 pkt)

Korzystając z wielkości zmierzonych w doświadczeniu, przedstaw sposób obliczenia masy Ziemi oraz sprawdź jednostkę obliczonej masy.

Zadanie 25.2. (4 pkt)

Zapisz w punktach czynności wykonywane przez uczniów podczas doświadczenia.

Zadanie 25.3. (2 pkt)

Tablicowa wartość masy Ziemi wynosi $5,975 \cdot 10^{24}$ kg. Oszacuj niepewność pomiarową wyznaczonej doświadczalnie przez uczniów masy Ziemi. Posłuż się metodą błędu

względego δ (wykorzystaj wzór: $\delta = \frac{|A_1 - A_2|}{A_1} \cdot 100\%$, gdzie A_1 - tablicowa wartość

mierzonej wielkości, A_2 - średnia wartość wyznaczanej wielkości).

Zadanie 25.4. (2 pkt)

Przeanalizuj i uzasadnij, czy masa wybranego obciążnika i jego rozmiary oraz długość nici mogą mieć wpływ na otrzymane wyniki.

4.69

Zadanie 27. Rakietą (9 pkt)

27.1 (3 pkt)

Wyprowadź wzór na pierwszą prędkość kosmiczną i za jego pomocą oblicz jej wartość dla Ziemi.

27.2 (2 pkt)

Oblicz, w kilometrach na sekundę, prędkość liniową punktów na równiku Ziemi w jej ruchu wirowym wokół własnej osi

27.3 (2 pkt)

Oblicz prędkość względem powierzchni Ziemi satelity na niskiej, przebiegającej nad równikiem orbicie kołowej.

- w sytuacji, gdy porusza się on z zachodu na wschód, oraz
- w sytuacji, gdy porusza się on ze wschodu na zachód.

27.4 (2 pkt)

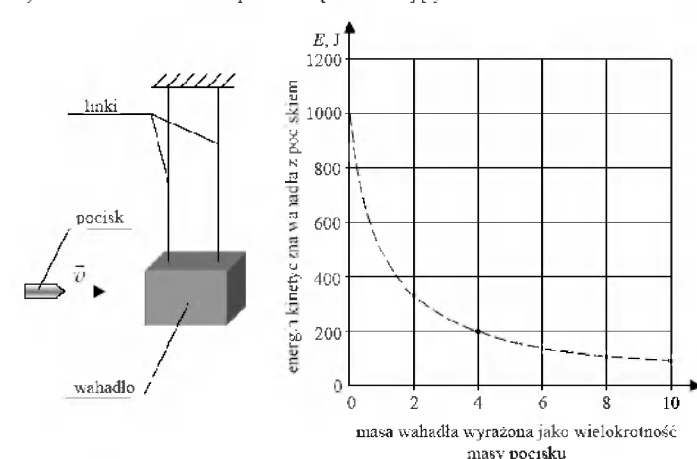
Podaj, w którym z przypadków opisanych w zadaniu 27.3 wprowadzenie sztucznego satelity na orbitę jest bardziej ekonomiczne. Odpowiedź uzasadnij.

4.70

Zadanie 22. Wahadło balistyczne (10 pkt)

Na rysunku poniżej przedstawiono schematycznie urządzenie do pomiaru wartości prędkości pocisków wyrzucanych z broni palnej. Podstawowym elementem takiego urządzenia jest tzw. wahadło balistyczne będące (w dużym uproszczeniu) zawieszonym na linkach klokiem, w którym grzezną wyrzucane pociski. Po trafieniu pociskiem wahadło wychyla się z położenia równowagi i możliwy jest pomiar jego energii kinetycznej.

Punkty na wykresie przedstawiają zależność energii kinetycznej klocka wahadła z pociskiem (który w nim grzeznął) tuż po uderzeniu pocisku, od masy klocka. Pomiary wykonano dla 5 klocków o różnych masach (linia przerywana przedstawia zależność teoretyczną). Wartość prędkości pocisku, tuż przed trafieniem w klocek wahadła, za każdym razem wynosiła 500 m/s , a odległość od środka masy klocka wahadła do punktu zawieszenia wynosiła 1 m . W obliczeniach pominąć masę linek mocujących klocek wahadła.



22.1 (3 pkt)

Wykaz, analizując wykres, że masa pocisku jest równa $0,008 \text{ kg}$

22.2 (3 pkt)

Oblicz wartość prędkości klocka z pociskiem bezpośrednio po zderzeniu w sytuacji, gdy masa klocka była 499 razy większa od masy pocisku.

22.3 (4 pkt)

Oblicz, jaka powinna być masa klocka wahadła, aby po wychyleniu z położenia równowagi wahadła o 60° , zwolnieniu go, a następnie trafieniu pociskiem w chwili przechodzenia wahadła przez położenie równowagi, wahadło zatrzymało się w miejscu. Do obliczeń przyjmij, że masa pocisku wynosi $0,008 \text{ kg}$. W obliczeniach możesz skorzystać z podanych poniżej wartości funkcji trygonometrycznych.

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2} = 0,50 \quad \sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,87$$

4.71

Zadanie 23. Układ Słoneczny (6 pkt)

W tabeli przedstawiono względne wielkości charakteryzujące niektóre planety Układu Słonecznego.

Nazwa planety	Masa (w jednostkach masy Ziemi)	Promień planety (w jednostkach promienia Ziemi)	Odległość od Słońca (w jednostkach promienia orbity Ziemi)	„Rok” (w latach ziemskich)	„Doba” (w dobach ziemskich)
Merkury	0,05	0,38	0,39	0,24	59,00
Wenus	0,81	0,95	0,72	0,61	243,00
Ziemia	1	1	1	1	1
Mars	0,11	0,53	1,52	1,88	1,03
Jowisz	318	11,19	5,20	11,90	0,41
Saturn	95	9,43	9,54	29,90	0,43
Uran	14,6	3,85	19,18	84,00	0,72

Wykaz słuszność trzeciego prawa Keplera. W tym celu:

- Zapisz III prawo Keplera za pomocą wzoru. (1 pkt)
- Wykorzystując wzór wyrażający III prawo Keplera zapisz zmienne, jakie powinny znajdować się na osiach układu współrzędnych, aby wykres funkcji mógł być linią prostą.

$$Oś OX = \dots \dots \dots \quad Oś OY = \dots \dots \dots \quad (1 \text{ pkt})$$

c) Wybierz z tabeli trzy planety, oblicz odpowiednie wartości, opisz i wyskaluj oś układu (na rysunku poniżej) oraz zaznacz punkty w narysowanym układzie współrzędnych. (2 pkt)

d) Narysuj wykres funkcji. (1 pkt)

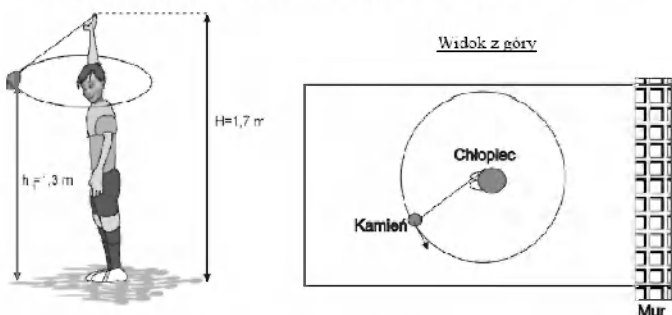
e) Na podstawie otrzymanego wykresu przeprowadź uzasadnienie słuszności trzeciego prawa Keplera. (1 pkt)

4.72

Zadanie 25. Chłopiec (11 pkt)

Chłopiec (rys.) wprawia w ruch po okręgu kamień o masie $0,4 \text{ kg}$ zawieszony na sznurku o długości 1 m . Płaszczyzna okręgu zataczanego przez kamień znajduje się na wysokości $1,3 \text{ m}$ nad podłożem, a uniesiona pionowo ręka trzymająca sznurek $1,7 \text{ m}$ nad podłożem.

Chłopiec (rys.) wprawia w ruch po okręgu kamień o masie $0,4 \text{ kg}$ zawieszony na sznurku o długości 1 m . Płaszczyzna okręgu zataczanego przez kamień znajduje się na wysokości $1,3 \text{ m}$ nad podłożem, a uniesiona pionowo ręka trzymająca sznurek $1,7 \text{ m}$ nad podłożem.



a) Oblicz pracę, jaką musi wykonać chłopiec, aby płaszczyzna obrotu kamienia znalazła się w odległości $h_2 = 1,5 \text{ m}$ od podłoża. Przyjmij, że zmiana wartości pracy, jaką wykonuje siła oporu powietrza jest do zaniedbania podczas zmiany płaszczyzny ruchu kamienia oraz, że niewielkie ruchy dłonią, jakie musi wykonać chłopiec, aby rozpuścić kamień, nie wpływają na wartość obliczanej pracy. (5 pkt)

b) W pewnej chwili płaszczyzna okręgu, w której poruszał się kamień, znajdowała się na wysokości $1,5 \text{ m}$ od podłoża a kamień poruszał się z prędkością o wartości $7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. W pobliżu chłopca znajduje się ściana budynku (Mur na rys.). Oblicz, jaka może być najmniejsza odległość między chłopcem a ścianą, aby w przypadku zerwania się sznurka w momencie, gdy kierunek wektora prędkości kamienia jest prostopadły do ściany, kamień w nią nie uderzył. (3 pkt)

4.73

Zadanie 25. (10 pkt) SATELITY

Do celów telekomunikacji wykorzystywane są tzw. satelity geostacjonarne, które krążą dookoła Ziemi poziomo „wisią” nad wybranym punktem powierzchni Ziemi.

a) (2 pkt) Jakie muszą być okres i kierunek obiegu takiego satelity i jak musi być położona jego orbita w stosunku do równika?

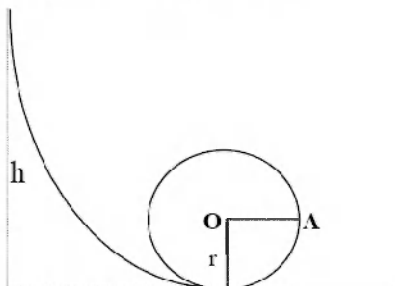


- b) (3 pkt) Wykaż, że jeżeli promień orbity takiego satelity wynosi 42 300 km, to prędkość z jaką krąży, wynosi około 3,08 km/s.
- c) (3 pkt) W wyniku błędu obsługi inna firma ulokowała na takiej samej orbicie satelitę telekomunikacyjnego o masie dwa razy mniejszej i poruszającego się w przeciwną stronę. W wyniku zderzenia oba obiekty utworzyły jedną bryłę. Oblicz prędkość tej bryły tuż po zderzeniu.
- d) (2 pkt) Dlaczego utworzona w wyniku zderzenia bryła nie może poruszać się po orbicie stacjonarnej? Czy prędkość, z jaką porusza się bryła, jest prędkością orbitalną dla orbity leżącej dalej czy bliżej Ziemi? Odpowiedź uzasadnij.

4.74

„Diabelska pętla”

Konstruktor projektuje zabawkę; tor samochodowy w kształcie diabelskiej pętli, wewnątrz której mają się poruszać małe samochodziki. Tor ma być zrobiony z materiału, dla którego tarcie samochodziku o podłoże jest bardzo małe. W projekcie konstruktor podał następujące parametry diabelskiej pętli: wysokość 24 cm, promień kołowego toru 10 cm.



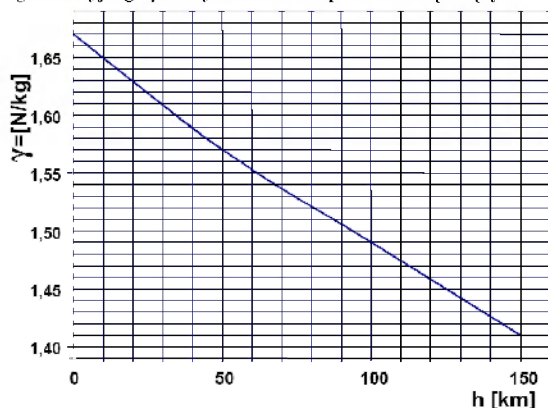
20. Oblicz siłę nacisku samochodziku o masie 150 g w punkcie A pętli, jeżeli zaczyna on ruch na wysokości h.
21. Ustal, czy konstruktor dobrze zaprojektował „Diabelską pętlę”, tzn. czy samochodzik ustawiony na wysokości h przejedzie przez najwyższy punkt pętli? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

4.75

„Misja księżycowa”

W czasie lotu załogowego na Księżyc pojazd kosmiczny, składający się z orbitera o masie 40 ton oraz lądownika o masie 10 ton, znalazł się na orbicie kołowej Księżyca. Promień tej orbity wynosi 1890 km. Lądownik zostaje odłączony od orbitera i rozpoczyna się faza lądowania na Księżycu.

Aparatura pomiarowa lądownika rozpoczyna pomiar wartości natężenia pola grawitacyjnego Księżyca w chwili odłączenia się lądownika od orbitera. Wyniki pomiarów przedstawiono na wykresie zależności wartości natężenia pola grawitacyjnego γ od wysokości h nad powierzchnią Księżyca.

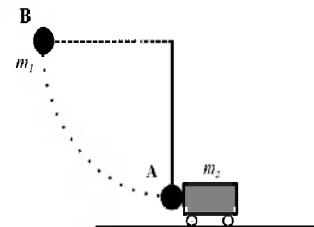


30. Na podstawie danych zebranych przez lądownik oblicz masę Księżyca.
31. Oblicz, o ile procent jest mniejsza siła grawitacji działająca na kosmonautę o masie 200 kg wraz z ekwipunkiem przebywającego w orbiterze znajdującego się na orbicie, od siły grawitacji działającej na tego samego kosmonautę przebywającego na powierzchni Księżyca.
32. Wyjaśnij, jak zmieniłaby się szybkość orbitera, gdyby poruszał się on po orbicie o mniejszym promieniu. Odpowiedź uzasadnij.
33. Oblicz okres obiegu orbitera po orbicie zakładając, że porusza się on z szybkością 1632 m/s. Wynik podaj w minutach.

4.76

Zadanie 1. Kulka i wózek (12 pkt)

Stalowa kulka o masie 1 kg, wisząca na nici o długości 1,8 m została odchylona od pionu o kąt 90° wzdłuż łuku AB, a następnie zwolniona (rys.). Po zwolnieniu uderzyła w spoczywający stalowy wózek, który zaczął poruszać się po szynach praktycznie bez tarcia. Masa wózka wynosi 2 kg. Przyjmij, że zderzenie ciał było doskonale sprężyste.



1.1 (2 pkt)

Oblicz pracę, jaką trzeba wykonać powoli odchylając pionowo wiszącą kulkę z położenia A do położenia B.

1.2 (2 pkt)

Wykaż, że wartość prędkości kulki w chwili uderzenia w wózek wynosi 6 m/s.

1.3 (2 pkt)

Oblicz wartość siły naciągu nici w momencie gdy kulka uderza w wózek. Przyjmij, że wartość prędkości kulki podczas uderzenia w wózek wynosi 6 m/s.

Wartości prędkości ciał po zderzeniu można obliczyć stosując wzory:

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2 \quad \text{oraz} \quad v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_2$$

gdzie wartości prędkości dla obu ciał oznaczono odpowiednio:

$$u_1 - \text{dla kulki przed zderzeniem}, \quad v_1 - \text{dla kulki po zderzeniu}, \\ u_2 - \text{dla wózka przed zderzeniem}, \quad v_2 - \text{dla wózka po zderzeniu}.$$

1.4 (2 pkt)

Zapisz, korzystając z przyjętych powyżej oznaczeń, równania wynikające z zasad zachowania, które powinny być zastosowane do opisu zderzenia kulki z wózkiem (pozwalałoby wyprowadzić powyższe zależności).

1.5 (2 pkt)

Oblicz wartości prędkości jakie uzyskają wózek i kulka w wyniku zderzenia. Wykorzystaj wzory podane w treści zadania. Przyjmij, że kulka uderza w wózek z prędkością o wartości 6 m/s.

1.6 (2 pkt)

Wózek po uderzeniu kulki odjeżdża, natomiast kulka zaczyna poruszać się ruchem drgającym, w którym nie podczas maksymalnego wychylenia tworzy z pionem kąt 27° . Podaj, czy w opisanej sytuacji można dokładnie obliczyć okres wahań takiego wahadła korzystając

z zależności $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Odpowiedź uzasadnij.

Pole grawitacyjne. Praca.

Moc.Energia – inne zadania

4.77

Człowiek ciągnie poziomo, ze stałą prędkością, wózek o masie 40 kg. Jaka jest wartość siły tarcia, skoro na drodze 100m wykonał on pracę 8000J ?

4.78

Jacek wyrzucił piłkę o masie 500g z powierzchni ziemi z prędkością 4m/s. Oblicz maksymalną wysokość na jaką wzniesie się piłka (opór powietrza pomijamy)

4.79

Masa Tomka wynosi 60kg. Oblicz pracę jaką wykonuje Tomek, gdy wchodzi po schodach na 5 piętro, czyli na wysokość 15 m

4.80

Oblicz, jak zmieni się wartość energii potencjalnej ciała przy przeniesieniu go z powierzchni Ziemi do punktu oddalonego od środka Ziemi o podwojoną wielkość promienia ziemskiego?

4.81

Pomiędzy Ziemią i Saturnem występuje oddziaływanie grawitacyjne. Załóżmy że ich masy zwiększyły się czterokrotnie. Jak musiałaby się zmienić odległość między nimi aby siła oddziaływania nie uległa zmianie. Przedstaw odpowiednie obliczenia.

4.82

W momencie wyrzucenia pionowo do góry kamień o masie 0,5 kg uzyskał energię kinetyczną 25J. Na jaką wysokość wzniesie się kamień ?

4.83

Wyznacz energię kinetyczną ciała rzuconego w kierunku poziomym z wysokości 100m w momencie uderzenia w ziemię, jeżeli ciężar ciała wynosi 5N, a początkowa prędkość jest równa 10 m/s. Wykonaj odpowiedni rysunek.

4.84

Oblicz moc, jaką musi mieć chłopiec, który chce przesunąć szafę w czasie 2s na odległość 3m, działając na nią siłą 100N. (tarcie pomijamy)

4.85

Pilkarz kopnął piłkę o masie 0,5 kg nadając jej prędkość 36km/h pod kątem 45° do podłoża.

a) oblicz energię jaką piłka otrzymała od piłkarza

b) na rysunku opisz zachodzące zmiany energii piłki podczas całego lotu

4.86

Pileczkę o masie 2 kg zawieszoną na nitce o długości 1 m, odchylono o 90° względem pionu i puszczono. Oblicz prędkość pileczki w najniższym punkcie ruchu. Sporządź odpowiedni rysunek

4.87

Śmigłowiec o masie 2,5 t wznosi się pionowo ruchem jednostajnym. Jaką pracę wykonały jego silniki, jeżeli osiągnął wysokość 100m ?

4.88

Koń ciągnie sanie, działając siłą 300 N pod kątem 60° do kierunku ruchu. Jaką pracę wykona koń na odcinku 100m ?

4.89

Jakiej pracy wymaga rozpędzenie samochodu o masie 1t do prędkości 90 km/h ?

4.90

Pole grawitacyjne przy powierzchni Ziemi opisujemy jako jednorodne, o znanym natężeniu g. Przyjmij, że wysokość nad powierzchnią Ziemi, dla której natężenie pola grawitacyjnego jest o 1% mniejsze, stanowi granicę stosowności modelu pola jednorodnego. Wyznacz tę wysokość. Promień Ziemi $R=6370\text{km}$.

4.91

Przyspieszenie grawitacyjne na Ziemi i na Księżycu wynoszą odpowiednio $g=9,8\text{m/s}^2$ i $a=1,62\text{m/s}^2$. Ile razy dłuższy będzie czas spadania z wysokości h na Księżycu od czasu spadania z tej samej wysokości na Ziemi? Opory ruchu pomijamy.

4.92

Mars obiega Słońce w czasie około $T_M=1,88$ lat ziemskich. Oblicz średnią odległość Marsa od Słońca, wiedząc, że Ziemię dzieli od Słońca średnio 149,6mln km

4.93

Wyznacz masę Słońca, przyjmując, że promień orbity, po której krąży wokół niego Ziemia, wynosi w przybliżeniu $r=150\text{mln km}$.

4.94

Satelity telekomunikacyjne Ziemi są umieszczone nad określonym punktem równika. Na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi musi „wisieć” taki satelita, aby jego okres obiegu wynosił $T=24\text{h}$? Promień równikowy Ziemi $R=6378\text{km}$, a jej masa $M=5,975 \cdot 10^{24}\text{kg}$.

4.95

Jaką masę musiałaby mieć Ziemia (przy tej samej objętości), aby pierwsza prędkość kosmiczna wynosiła $v=100\text{km/h}$.? Średni promień Ziemi $R=6370\text{km}$.

4.96

Jaki jest stosunek prędkości dwóch sztucznych satelitów Ziemi, orbitujących na wysokościach 300km i 1600km?

4.97

Przez wypukły most o promieniu krzywizny 50m kierowca ma zamiar przejechać ciężarówką o masie 5t. Przed mostem kierowca zauważył znak informujący go, że nośność mostu wynosi 40kN.

Czy ciężarówka, której energia kinetyczna osiąga wartość $30 \cdot 10^4\text{J}$ może, nie łamiąc przepisów ruchu drogowego, przejechać po tym moście? Odpowiedź uzasadnij.

4.98

Jaki byłby ciężar ciała o masie 1kg, umieszczonego na równiku, gdyby prędkość wirowania Ziemi:

a) zmniejszyła się dwukrotnie;

b) zwiększyła się dwukrotnie?

Promień równikowy Ziemi $R=6378\text{km}$, a jej masa $M=6 \cdot 10^{24}\text{kg}$.

4.99

Jaki procent siły grawitacyjnej, działającej na ciało o masie m na biegunie Ziemi, stanowi siła działająca na to ciało na równiku? Promień biegunowy Ziemi wynosi 6357km a równikowy 6378km. Masa Ziemi $M=5,975 \cdot 10^{24}\text{kg}$.

4.100

Jaką pracę trzeba wykonać, aby wynieść sondę kosmiczną o masie 1000kg z powierzchni Ziemi na orbitę o promieniu $2R_Z$? Promień Ziemi $R=6370\text{km}$.

4.101

Oblicz średnią gęstość planety X, na której przyspieszenie grawitacyjne wynosi $g_x = 7,8\text{m/s}^2$. Promień planety $R = 5,1 \cdot 10^6\text{m}$.

4.102

Na jakiej wysokości h nad powierzchnią Ziemi znajduje się telewizyjny satelita stacjonarny? Oblicz jego prędkość orbitalną v_s . Promień Ziemi wynosi $R = 6,37 \cdot 10^6\text{m}$, czas trwania doby $T = 24\text{h} = 86400\text{s}$, przyspieszenie ziemskie $g = 9,81\text{m/s}^2$.

4.103

Odległość między środkiem Ziemi a środkiem Księżyca wynosi $r = 380\,000\text{km}$, masa Ziemi jest $n = 81$ razy większa od masy Księżyca. W jakiej odległości od środka Ziemi znajduje się punkt (na linii łączącej środki Ziemi i Księżyca), w którym siła przyciągania ku Ziemi jest równa sile przyciągania ku Księżycowi?

4.104

Promień Jowisza wynosi $R = 71,35 \cdot 10^6\text{m}$. Jeden z księżyców Jowisza okrąży go po orbicie kołowej o promieniu $r = 1876,5 \cdot 10^6\text{m}$ w czasie $T = 16,67$ dnia ziemskiego. Przyjmując, że masa księżyca jest nieznaczna w porównaniu z masą Jowisza, oblicz przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Jowisza.

4.105

Pojazd raketowy krąży naokoło Ziemi po orbicie kołowej o promieniu $r = 2R$, gdzie R jest promieniem Ziemi. Oblicz, ile razy mniejszą pracę muszą wykonać silniki pojazdu, aby mógł on się wznieść na orbitę o promieniu równym $3R$, w stosunku do pracy wyniesienia pojazdu na pierwszą orbitę.

4.106

Oblicz prędkość, jaką należy nadać ciału na Ziemi, aby mogło uciec z pola grawitacyjnego Ziemi. Prędkość tę nazywamy drugą prędkością kosmiczną lub prędkością ucieczki v_2 . Przyspieszenie ziemskie $g = 9,81\text{m/s}^2$.

4.107

„Czarna dziura” to ciało o olbrzymiej gęstości, to znaczy ciało o bardzo dużej masie zajmujące bardzo małą objętość. Pole grawitacyjne czarnej dziury jest tak silne, że nic – nawet światło – nie może opuścić jej pola grawitacyjnego. Oblicz, ile wynosiłby promień ciała o masie równej masie Ziemi $M = 5,97 \cdot 10^{24}\text{kg}$, gdyby prędkość ucieczki z pola grawitacyjnego tego ciała (druga prędkość kosmiczna) była równa prędkości światła $c = 300\,000\text{km/s}$.

Uwaga: Zadanie nie uwzględnia efektów relatywistycznych, które w przypadku czarnej dziury odgrywają istotną rolę. Mimo to wzór, otrzymany takim uproszczonym sposobem, jest prawidłowy!

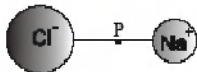
5. Pole elektrostatyczne

- zadania z arkusza I

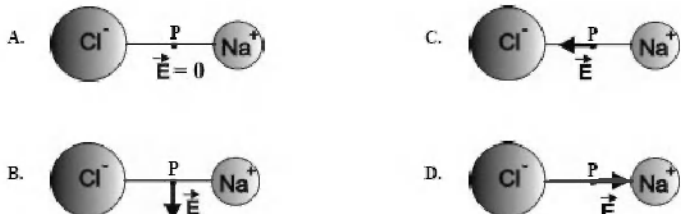
5.1

Zadanie 3. (1 pkt)

W cząsteczce chlorku sodu NaCl jon dodatni sodu znajduje się w odległości $2,3 \cdot 10^{-10}$ m od ujemnego jonu chloru.



Wskaż rysunek, na którym wektor natężenia pola elektrycznego wytworzonego przez jony jest prawidłowo zaznaczony w punkcie P:



5.2

Zadanie 19. (3 pkt)

Kula ziemiska gromadzi w sobie ładunek ujemny i wytwarza przy powierzchni jednorodne pole elektryczne o wartości natężenia 130 V/m . Wydawałoby się, że wszystkie ładunki ujemne znajdujące się w ziemskiej atmosferze powinny unosić się nad powierzchnią Ziemi, ale tak nie jest. Wyjaśnij, dlaczego wszystkie ujemnie naładowane cząstki, których stosunek ładunku do masy jest mniejszy od $0,08 \text{ C/kg}$ ($q/m < 0,08 \text{ C/kg}$), zawsze opadają na ziemię. Zaniedbaj siły oporu powietrza.

5.3

Zadanie 5. (1 pkt)

Pomiędzy ładunkami $+Q$ i $-Q$ na prostej łączącej te ładunki znajduje się dodatni ładunek $+q$. Na ładunek ten działa siła F_1 pochodząca od ładunku $-Q$ i siła F_2 pochodząca od ładunku $+Q$. Wartość wypadkowej siły F_w działającej na ten ładunek, można wyliczyć ze wzoru:

A. $F_w = F_1 - F_2$ B. $F_w = F_2 - F_1$ C. $F_w = F_1 + F_2$ D. $F_w = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

5.4

Zadanie 16. (3 pkt)

W jednorodnym polu elektrycznym i w jednorodnym polu magnetycznym zostały umieszczone spoczywające ładunki dodatnie. Zapisz poniżej wraz z uzasadnieniem, jak będą zachowywać się ładunki w tych polach. Nie uwzględniaj wpływu siły grawitacji

Ładunek w polu elektrycznym będzie	Ładunek w polu magnetycznym będzie
.....	
.....	
ponieważ	ponieważ

5.5

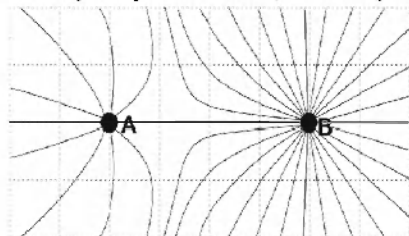
Zadanie 19. Drukarka atramentowa (2 pkt)

Mala, naelektryzowana porcja tuszu w drukarce zostaje wyrzucona za pomocą pola elektrycznego w kierunku papieru. Oblicz siłę działającą w polu o natężeniu $E = 670 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ na kroplę obdarzoną ładunkiem $Q = 3 \cdot 10^{-12} \text{ C}$.

5.6

Zadanie 3. (1 pkt)

Rysunek przedstawia linie pola elektrostatycznego układu dwóch punktowych ładunków. Analiza rysunku pozwala stwierdzić, że ładunki są

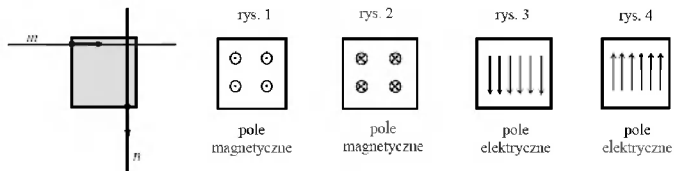


- A. jednoimienne i $|q_A| > |q_B|$
 B. jednoimienne i $|q_A| < |q_B|$
 C. różnoimienne i $|q_A| > |q_B|$
 D. różnoimienne i $|q_A| < |q_B|$

5.7

Zadanie 3. (1 pkt)

Dodatnio naładowana cząstka, poruszając się w próżni wzdłuż prostej m , wpada w obszar zaznaczony na rysunku. Cząstka opuszcza ten obszar wzdłuż prostej n tak jak pokazano na rysunku. Na podstawie powyższych informacji można stwierdzić, że w obszarze tym wytworzono jednorodne pole, które schematycznie przedstawiono na rysunku



- A) 1
 B) 2
 C) 3
 D) 4

5.8

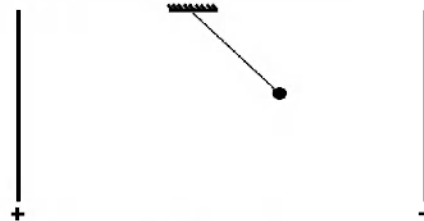
Zadanie 12. (3 pkt)

W jednorodnym polu elektrycznym o natężeniu $10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ porusza się z przyspieszeniem $4,78 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ naładowana cząstka. Masa cząstki wynosi $6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Oblicz ładunek tej cząstki.

5.9

Zadanie 13. Pileczka (3 pkt)

Pomiędzy pionowymi przewodzącymi płytami, naładowanymi tak jak na rysunku, zawieszono na cienkiej, jedwabnej nici lekką, małą pileczkę o masie 1 g naładowaną dodatnim ładunkiem elektrycznym. Nicię odchyliła się od pionu o kąt 45° .



- a) Narysuj siły działające na pileczkę. Zachowaj odpowiednie proporcje. (1 pkt)
 b) Podaj wartość siły elektrostatycznej działającej na pileczkę. Dokonaj niezbędnych obliczeń, przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego równą 10 m/s^2 . (2 pkt)

5.10

Zadanie 3. (1 pkt)

Wewnątrz gwiazdy duża część materii jest zjonizowana. Większość masy gwiazdy to swobodne protony. Dwa takie protony, znajdujące się początkowo w niewielkiej odległości od siebie, będą pod wpływem elektrycznych sił wzajemnego oddziaływania

- A. oddalać się od siebie ruchem jednostajnym.
 B. oddalać się od siebie ruchem jednostajnie przyspieszonym (ze stałym przyspieszeniem).
 C. oddalać się od siebie ruchem niejednostajnie przyspieszonym z malejącym przyspieszeniem.
 D. oddalać się od siebie ruchem niejednostajnie przyspieszonym z rosnącym przyspieszeniem.

5.11

Zadanie 6. (1 pkt)

Do elektroskopu przykręcamy płytkę, którą następnie elektryzujemy ujemnie. Po oświetleniu płytki silną wiązką światła obserwujemy, że płytka przestała być naelektryzowana (wskazówka elektroskopu opada). Zaobserwowaliśmy efekty zjawiska

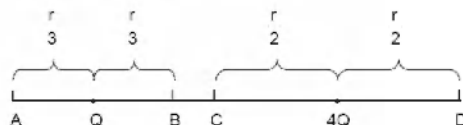
- A. fotoelektrycznego zewnętrznego.
 B. całkowitego wewnętrznego odbicia
 C. elektryzowania przez indukcję.
 D. dyfrakcji światła.

odpowiedź

5.12

Zadanie 7. (1 pkt)

Dwa ładunki dodatnie o wartościach $Q_1 = Q$ i $Q_2 = 4Q$ znajdowały się w odległości r od siebie. Pomiędzy nimi umieszczono ładunek q .



Aby ładunek q nie poruszał się, należało umieścić go w punkcie

- A. w punkcie A
 B. w punkcie B
 C. w punkcie C
 D. w punkcie D

5.13

Zadanie 22. Cząstka w polu elektrycznym (2 punkty)

Czy tor naładowanej cząstki, poruszającej się w jednorodnym polu elektrycznym, jest zawsze równoległy do kierunku linii sił pola elektrycznego? Odpowiedź uzasadnij, wykonując rysunek.

5.14

Zadanie 17. Ruch w polu (4 pkt)

Przedstaw na rysunkach tor ruchu ładunku ujemnego poruszającego się w jednorodnym polu elektrostatycznym zwróconym pionowo w dół oraz tor masy poruszającej się w jednorodnym polu grawitacyjnym o takim samym zwrocie. Przyjmij, że w obu przypadkach prędkość początkowa była pozioma. Określ kierunek i zwrot działających sił.

5.15

Zadanie 4. (1 pkt)

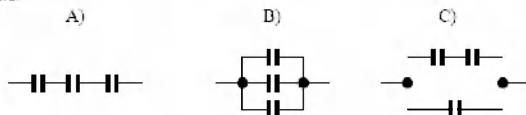
Na ekranie pracującego telewizora (z lampą kineskopową), osadza się kurz. Zjawisko to spowodowane jest

- elektryzowaniem.
- magnesowaniem.
- przewodnictwem.
- promieniowaniem.

5.16

Zadanie 5. (1 pkt)

Do konstrukcji pewnego urządzenia elektronicznego potrzebny jest kondensator lub układ kondensatorów o pojemności 15 pF. Dysponujesz trzema kondensatorami o pojemności 10 pF każdy. Aby uzyskać zadaną pojemność układu, należy kondensatory połączyć jak na schemacie.



D) żaden z powyższych schematów nie jest właściwy.

5.17

Zadanie 16. (2 pkt)

W drukarce małe kropelki atramentu zostają naładowane elektrycznie. Pole elektryczne w obszarze pomiędzy głowicą drukarki a papierem odpycha kropelki atramentu od głowicy i powoduje, że uderzają one w papier. Ładunek kropelki wynosi $3 \cdot 10^{-13} \text{ C}$, odległość pomiędzy papierem a głowicą wynosi 10^{-4} m (0,1 mm), a napięcie pomiędzy papierem a głowicą wynosi 8 V. Wyznacz siłę działającą na tę kropelkę atramentu.

5.18

Zadanie 3 (1 pkt)

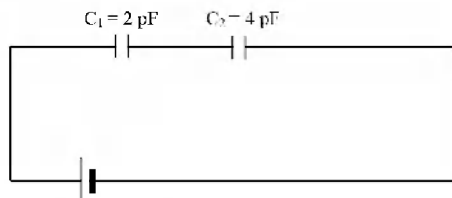
Proton i elektron znajdują się w odległości r od siebie. Aby energia potencjalna oddziaływania tych cząstek wzrosła dwukrotnie należy je:

- zbliżyć i a odległość $\frac{r}{2}$,
- zbliżyć i a odległość $\frac{r}{4}$,
- oddalić i a odległość $4r$,
- oddalić i a odległość $2r$.

5.19

Zadanie 8 (1 pkt)

Zbudowano układ z dwoma kondensatorami



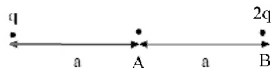
Napięcia na okładkach kondensatorów U_1 i U_2 spełniają zależność:

- $U_1 = 4 U_2$,
- $U_1 = 2 U_2$,
- $U_1 = 0,5 U_2$,
- $U_1 = U_2$

5.20

Zadanie 10 (1 pkt)

Ładunek o wartości q wytwarza wokół siebie pole elektryczne. W punkcie A (rysunek niżej) natężenie pola ma wartość E . Gdy w punkcie B umieszczono ładunek dwukrotnie większy tego samego znaku, to natężenie pola elektrycznego w punkcie A będzie mieć wartość:



- $3E$
- $2E$
- E
- zero.

5.21

Zadanie 12 (5 pkt.) Baloniki

Dwa baloniki o jednakowych masach 10 g każdy, naelektryzowano i zawieszono w jednym punkcie na jedwabnych nitkach o długości 1 m. Wartość siły oddziaływania elektrostatycznego między balonikami wynosi 0,15 N. Sporządź rysunek ilustrujący opisaną sytuację i zaznacz wszystkie siły działające na każdy z baloników. Przyjmij, że siłę o wartości 1 N można przedstawić jako wektor o długości 20 cm.

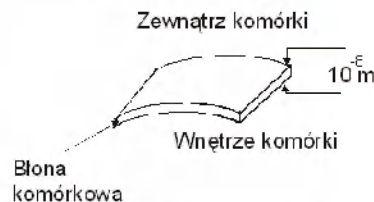
5.22

12. Oblicz przyrost energii przyspieszanych cząstek alfa (jąder helu) w polu elektrostatycznym o różnicy potencjałów 3 MV. Wynik podaj w dżulach.

5.23

Zadanie 18 (3 pkt)

Rysunek przedstawia niewielki wycinek błony komórkowej



Jony na zewnątrz i wewnątrz komórki są oddzielone płaską błoną komórkową o grubości 10^{-8} m i stałej dielektrycznej $\epsilon = 8$. Różnica potencjałów między powierzchniami błony wynosi około 90 mV. Taki układ można traktować jako kondensator płaski. Oblicz ładunek, jaki chwilowo może się wytworzyć na powierzchni błony komórkowej o wielkości 10^{-4} m^2 .

5.24

Zadanie 5.

Oblicz, ile ładunków elementarnych zgromadzono na kropelce oleju o ciężarze $6,4 \cdot 10^{-13} \text{ N}$, jeżeli pionowe pole elektryczne o wartości natężenia $2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ równoważy jej ciężar.

5.25

Zadanie 10.

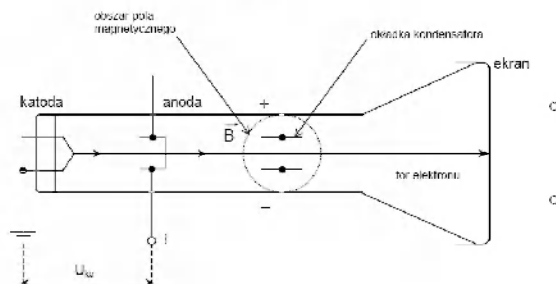
Nadmuchany balon wiszący na nitce, naelektryzował się w wyniku pocierania wełnianym swetrem. Wyjaśnij, jak zachowa się ten balon, gdy zbliżymy do niego sweter, którym go pocieraliśmy.

Pole elektrostatyczne– zadania z arkusza II

5.26

Zadanie 22. Oscyloskop (9 pkt)

W specjalnie zaprojektowanej lampie katodowej, służącej do wyznaczania stosunku ładunku do masy elektronu e/m , można równocześnie wytwarzać dwa pola: elektryczne i magnetyczne. Wartości natężenia pola elektrycznego i indukcji magnetycznej dobieramy tak, by tor elektronów wybiegających z katody była linia prosta (patrz rysunek).



- Jak dobierzesz kierunek linii pola elektrycznego i magnetycznego? (1 pkt)
- Na przedstawionym w treści zadania schemacie lampy zaznacz kierunek i zwrot wektora indukcji magnetycznej oraz narysuj wektory sił działających na elektron w obszarze pola elektrycznego i magnetycznego. (3 pkt)
- Jaki warunek muszą spełniać wartości E i B , aby tor elektronu był linią prostą, przy danym B ? (1 pkt)
- Jakie wielkości zmierzysz w doświadczeniu i z jakiej zależności skorzystasz, aby obliczyć natężenie pola elektrostatycznego? (1 pkt)
- Jakie wielkości zmierzysz w doświadczeniu i z jakiej zależności skorzystasz, aby obliczyć prędkość elektronu? (1 pkt)
- Jak, posługując się wyznaczonymi wyżej wielkościami, obliczysz e/m ? (2 pkt)

5.27

„Naładowane kule”

22. Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: „Dwie identyczne metalowe kule, naładowane ładunkami różnoimiennymi o tej samej wartości bezwzględnej, silniej oddziałują na siebie niż naładowane ładunkami jednoimiennymi o takich samych wartościach bezwzględnych”. Odpowiedź uzasadnij.

5.28

„Elektron”

23. Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: „Elektron w polu elektrostatycznym porusza się zawsze wzdłuż linii tego pola”. Odpowiedź uzasadnij.

5.29

24. Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: „W pewnym punkcie przestrzeni, linie pola elektrostatycznego wytworzonego przez metalową naładowaną kulę, przecinają się”. Odpowiedź uzasadnij.

Pole elektrostatyczne – inne zadania

5.30

W wierzchołkach trójkąta równobocznego o boku a znajdują się jednoimienne i jednakowe ładunki q . Jaka siła działa na każdy z nich?

5.31

Ile elektronów brakuje każdemu z dwóch identycznie zjonizowanych atomów, które znajdują się w próżni w odległości 10^{-8} m od siebie, odpychając się siłą $0,9216 \cdot 10^{-11}$ N?

5.32

Jak zmieniła się siła oddziaływania dwóch jednakowych kulek o jednoimiennych ładunkach q_1 i q_2 , przy czym $q_1 = 3q_2$, jeśli zetknięto je ze sobą, a następnie rozsunęto na poprzednią odległość?

5.33

Wyznacz natężenie i potencjał pola elektrostatycznego w środku kwadratu o boku a , w przypadku gdy:

- w trzech wierzchołkach kwadratu znajdują się trzy jednoimienne ładunki o tej samej wartości q
- w wierzchołkach kwadratu znajdują się cztery jednoimienne ładunki o tej samej wartości q
- w dwóch kolejnych wierzchołkach kwadratu znajdują się ładunki dodatnie $+q$, a w dwóch następnych – ujemne $-q$, przy czym wszystkie ładunki mają takie same wartości

5.34

W jednorodnym polu elektrostatycznym zawieszono na nieważkiej nici małą kuleczkę o masie $0,04$ g. Po naelektryzowaniu kuleczki ładunkiem $2,5 \cdot 10^{-6}$ C nie odchyliła się od pionu o 45° . Oblicz wartość natężenia pola elektrostatycznego.

5.35

W jednorodne pole elektrostatyczne wpadł elektron o prędkości początkowej 106 m/s równoległe do linii pola. Zwrot prędkości elektronu jest przeciwny do zwrotu linii pola. Natężenie pola wynosi $5,7$ N/C. Jakim ruchem porusza się elektron? Ile będzie wynosiła prędkość tego elektronu po upływie czasu 10^{-6} s?

5.36

Wyznacz długość drogi, jaką przebyła cząstka alfa próżni, w jednorodnym polu elektrostatycznym o natężeniu 100 N/C, podczas rozpędzenia od prędkości równej zero do prędkości $5 \cdot 10^6$ m/s.

5.37

Dwa punktowe ładunki dodatnie o wartościach $3 \cdot 10^{-9}$ C i $2 \cdot 10^{-8}$ C znajdują się w odległości 4 cm od siebie. Jaka pracę należy wykonać, aby zbliżyć te ładunki na odległość 1 cm?

[Odp. $W = \Delta E_p$]

9.

Natężenie jednorodnego pola elektrostatycznego wynosi $32 \cdot 10^6$ N/C. Jaką pracę wykonały siły pola, przesuwając w nim elektron o 2 cm równoległe do linii pola? Wynik podaj w dżulach i elektronowoltach.

5.38

Jakiej różnicy potencjałów należałoby użyć, aby zatrzymać cząstkę alfa o masie m , pędzącą prędkością v ? Wartość ładunku elementarnego wynosi e

5.39

Jadro atomu złota ma ładunek elektryczny n razy większy od elementarnego. Na jaką najmniejszą odległość mogłaby się zbliżyć do jądra atomu złota cząstka alfa poruszająca się z prędkością v ?

5.40

Pomiędzy dwiema naelektryzowanymi, poziomymi, metalowymi płytami wisi banka mydlana. Oblicz napięcie między płytami oraz natężenie występującego w tym obszarze pola elektrostatycznego, wiedząc, że odległość między nimi wynosi $0,1$ m. Masa banki jest równa $0,04$ g, a jej ładunek elektryczny $1,6 \cdot 10^{-9}$ C. [Odp. $U = mgd/q$]

5.41

W odległości 8 cm od punkтового ładunku natężenie pola elektrostatycznego ma wartość $2,5 \cdot 10^3$ N/C. W jakiej odległości natężenie będzie miało tę samą wartość, jeśli ładunek zanurzymy w eterze o względnej przenikalności elektrycznej równej 4 ?

5.42

Siła oddziaływania w próżni dwóch naładowanych kuleczek, oddległych od siebie o 10 cm, wynosi $0,1$ N. Ile wyniesie siła ich oddziaływania z tej samej odległości po zanurzeniu w nadtę o względnej przenikalności elektrycznej równej 2 ?

5.43

Kondensator elektryczny został wykonany z folii metalowej, przedzielonej papierem parafinowym o grubości $0,2$ mm. Powierzchnia okładki tego kondensatora wynosi $0,04$ m². Tak zbudowany kondensator ma pojemność elektryczną równą $3,5$ nF. Wyznacz względną przenikalność elektryczną papieru parafinowanego.

5.44

Jak zmieni się pojemność elektryczna kondensatora próżniowego, jeśli odległość między jego okładkami zwiększymy dwukrotnie, a powierzchnię okładek zmniejszymy trzykrotnie?

5.45

Próżniowy kondensator płaski o polu powierzchni płytek 20 cm² i odległości między nimi $0,01$ mm, naładowano do napięcia 100 V. Oblicz ładunek na okładce tego kondensatora i natężenie pola między okładkami.

5.46

Dany jest układ dwóch równoległych metalowych płyt o powierzchniach S , oddległych od siebie d . Układ zmodyfikowano w ten sposób, że dokładnie po środku, równoległe do poprzednich, umieszczono trzecią metalową płytę o grubości x . Oblicz nową pojemność układu i stosunek nowej pojemności do poprzedniej.

5.47

Wyznacz odległość między okładkami próżniowego kondensatora, który po podłączeniu do źródła prądu o stałym napięciu U zgromadził energię o wartości C . Powierzchnia okładek kondensatora wynosi S .

5.48

Dwie jednakowe metalowe kulki zawieszone na nitkach dotykały się wzajemnie. Po ich naładowaniu odskoczyły na odległość $d = 3$ cm. Oblicz, ile ładunku znajduje się na każdej kulce, jeżeli długość nitki wynosi $l = 30$ cm, a masa kulki $m = 10$ g

5.49

Dwa elektrony odpychają się od siebie siłami elektrycznymi F_e , ponieważ mają ładunki elektryczne. Ale mają również masy, więc przyciągają się siłami grawitacji F_g . Porównaj wartości sił tych dwóch rodzajów oddziaływań.

5.50

Dwa ładunki punktowe Q o przeciwnych znakach, położone w niewielkiej odległości l od siebie, nazywamy dipolem. Oblicz natężenie i potencjał pola wytworzonego przez dipol w punkcie oddległym o r od punktu środkowego O:

- położonym na osi dipola
- położonym na symetrycznej ramienia dipola, czyli odcinka l łączącego ładunki dipola

5.51

Okładki kondensatora płaskiego rozsunęto na odległość równą kd . Początkowo kondensator miał pojemność C_0 , a odległość między okładkami wynosiła d . W jakim stosunku zmieni się:

- pojemność kondensatora,
- ładunek,
- napięcie między okładkami,
- natężenie pola elektrostatycznego w kondensatorze,
- energia kondensatora,
- siła wzajemnego przyciągania okładek?

Rozważ dwa przypadki:

- kondensator przed rozsunięciem okładek został naładowany i odłączony od źródła napięcia o wartości U_0 ,
- kondensator jest cały czas dołączony do źródła napięcia U_0 .

5.52

Elektron krąży po orbicie kołowej o promieniu $R = 0,53 \cdot 10^{-10}$ m wokół protonu (którego ładunek jest równy ładunkowi elektronu, ale ze znakiem $+$). Oblicz, ile wynosi:

- prędkość elektronu,
- energia potencjalna elektronu wyrażona w elektronowoltach – jednostkach charakterystycznych dla świata atomowego,
- całkowita energia (kinetyczna i potencjalna) elektronu.

5.53

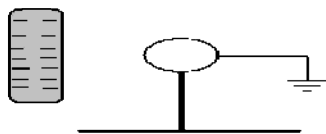
Kondensator o pojemności $C_1 = 100$ mF naładowano do napięcia $U = 100$ V, po czym podłączono równoległe drugi kondensator o pojemności $C_2 = 50$ mF.

Oblicz:

- napięcie na kondensatorach,
- zgromadzoną energię przed i po podłączeniu drugiego kondensatora.

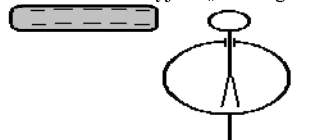
5.54

Metalowa, uziemiona kula została naelektryzowana w wyniku zbliżenia do niej ładunku ujemnego. Wyjaśnij, jakie i w jaki sposób ładunki przepłynęły, aby to nastąpiło.



5.55

Do obojętnego elektrycznie elektroskopu zbliżamy ciało naładowane ujemnie. Wyjaśnij, jaki ładunek będzie gromadził się na: kulce, obudowie, pręciku i wskazówkach. Wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje.

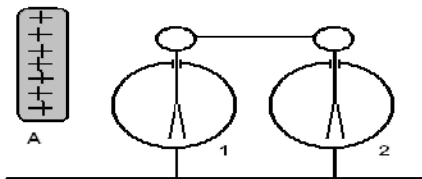


5.56

Dwie metalowe kulki mają ładunki o wartościach odpowiednio $5q$ i $-3q$. Kulki te umieszczone są w odległości r od siebie. Kulki te następnie zetknięto ze sobą, a potem oddalono na początkową odległość. Narysuj wektory sił działających w chwilach początkowej i końcowej. Oblicz ile razy zmieni się wartość tej siły w porównaniu ze stanem początkowym.

5.57

Do dwóch połączonych ze sobą metalowym łącznikiem elektroskopów 1 i 2 zbliżamy ciało A naelektryzowane dodatnio. Wyjaśnij, w jaki sposób naelektryzują się elektroskopy 1 i 2. Opisz, co się dzieje, gdy usuniemy łącznik, a potem ciało A.

**5.58**

Jeżeli Ziemia gromadzi ujemny ładunek, to wszystkie ładunki ujemne docierające do atmosfery i w niej powstające unoszą się nad powierzchnią Ziemi. Czy to stwierdzenie jest prawdziwe. Uzasadnij odpowiedź.

5.59

Wyjaśnij, dlaczego cysterny przewożące materiały łatwopalne mają do podwozia przyłączone metalowe paski, które podczas jazdy samochodu stykają się z Ziemią.

5.60

Grupa uczniów miała za zadanie zbadanie własności kondensatora. Otrzymali baterię o napięciu 12V, opornik o oporze $100k\Omega$, kondensator oraz mikroamperomierz, którego opór pomijamy.

- Narysuj schemat obwodu, który umożliwi im pomiar natężenia prądu ładowania kondensatora.
- Opisz, jak w czasie ładowania kondensatora będzie zmieniała się różnica potencjałów między jego okładkami.
- Od chwili zamknięcia obwodu elektrycznego uczniowie odczytywali co 10 sekund wartości natężenia prądu w obwodzie. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli. Uzupełnij tabelę wpisując obliczane wartości napięć między okładkami kondensatora.

Czas t [s]	0	10	20	30	40	50	60
Natężenie prądu I [μA]	120	98	80	66	54	46	40
Napięcie U [V]							

Sporządź wykres zależności napięcia między okładkami kondensatora od czasu jego ładowania, korzystając z danych uzupełnionej tabeli.

- Na kondensatorze jest napis $400\mu F/12V$. Oblicz ładunek zgromadzony na kondensatorze po jego naładowaniu do napięcia znamionowego.
- Oblicz wartość energii zgromadzonej na kondensatorze naładowanym do napięcia 12V i porównaj otrzymany wynik z ilością energii pobranej z baterii podczas ładowania.

5.61

Ujemny ładunek o wartości $1nC$ znajduje się w odległości 3m od dodatniego ładunku $4nC$. Oblicz, gdzie znajduje się punkt, w którym natężenie wypadkowego pola elektrostatycznego jest równe zero.

5.62

Dwa różnoimienne ładunki a wartościach różniących się dziewięciokrotnie oddalone są o 2m. Wyznacz położenia punktów, w których jest równe zero:

- natężenie pola elektrycznego,
- potencjał elektrostatyczny,

5.63

Kondensator o pojemności $10\mu F$ naładowano do napięcia 100V i odłączono od źródła. Następnie dołączono do niego równolegle inny kondensator o pojemności elektrycznej $20\mu F$. Oblicz wartości ładunków elektrycznych zgromadzonych na okładkach kondensatorów.

5.64

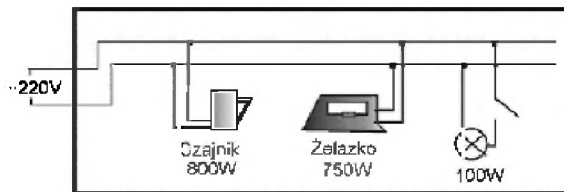
Miedzy okładki płaskiego kondensatora powietrznego wsunięto szklaną płytkę tak, że zajęła ona połowę przestrzeni między okładkami. Grubość płytki szklanej była równa odległości między okładkami kondensatora. Oblicz ile razy zmieniła się pojemność elektryczna kondensatora.

6. Prąd elektryczny – zadania z arkusza I

6.1

Zadanie 10. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiony jest schemat instalacji kuchennej wraz z włączonymi odbiornikami energii.



Dotknięcie do tego obwodu spowoduje:

- A. zmniejszenie oporu całego obwodu;
- B. zmniejszenie skutecznego napięcia zasilania obwodu;
- C. zmniejszenie skutecznego natężenia prądu elektrycznego w całym obwodzie;
- D. zmniejszenie średniej mocy pobieranej przez cały obwód.

6.2

Zadanie 13. Żarówka (2 pkt)

W Polsce zmieniono wartość napięcia elektrycznego w sieci z 220 V na 230 V. Oblicz moc jaką ma obecnie dawna żarówka 100 W. Przyjmij, że opór elektryczny świecącej żarówki przy podanych napięciach jest taki sam.

6.3

Zadanie 4. (1 pkt)

Pod względem własności elektrycznych dzielimy substancje na przewodniki, półprzewodniki i izolatory. Można o nich powiedzieć, że ze wzrostem temperatury opór właściwy

- A. przewodników rośnie, półprzewodników maleje, a izolatorów jest zawsze duży.
- B. przewodników rośnie, półprzewodników i izolatorów maleje.
- C. przewodników maleje, półprzewodników rośnie a izolatorów jest zawsze duży.
- D. przewodników rośnie, półprzewodników i izolatorów jest duży niezależnie od temperatury.

6.4

Zadanie 15. Przewodnictwo elektryczne (2 pkt)

Metale są dobrymi przewodnikami prądu elektrycznego. Przewodnictwo zależy jednak od temperatury.

15.1 (1 pkt)

Wybierz i zaznacz rodzaj nośnika, który odpowiada za przewodzenia prądu elektrycznego w metalach.

- | | | | |
|--|---|--|---|
| ☐ tylko elektrony | ☐ dzwiny i elektrony | ☐ jony dodatnie i elektrony | ☐ jony dodatnie i ujemne |
|--|---|--|---|

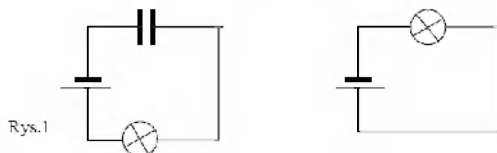
15.2 (1 pkt)

Zapisz jak przewodnictwo elektryczne metali zależy od temperatury.

6.5

Zadanie 7. (1 pkt)

Żarówka i kondensator zostały podłączone szeregowo do ogniwa (patrz rys.1). Druga taka sama żarówka została podłączona wprost do takiego samego ogniwa (patrz rys.2).



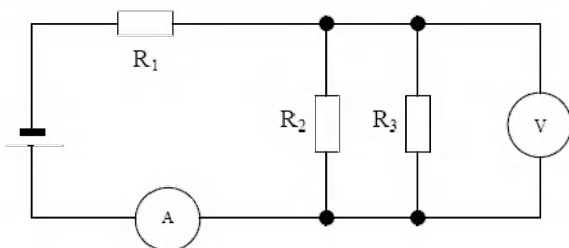
Pierwsza żarówka po pewnym czasie:

- A) świeci jaśniej niż druga,
- B) świeci tak samo mocno jak druga,
- C) świeci słabiej niż druga,
- D) wcale nie świeci.

6.6

Zadanie 17. (4 pkt)

Obwód elektryczny jest pokazany na rysunku. Opornik R_1 ma opór 2Ω , każdy z oporników R_2 i R_3 ma opór 1Ω . Amperomierz wskazuje natężenie prądu $I = 5 \text{ A}$. Jakie jest wskazanie woltomierza? Jaka wartość ma napięcie między biegunami ogniwa?



6.7

Zadanie 8 (1 pkt)

Przewodnik ma opór 16Ω . Przewodnik o tej samej długości, zrobiony z tego samego materiału, ale o czterokrotnie większej masie będzie miał opór o wartości:

- a) 1Ω ,
- b) 4Ω ,
- c) 64Ω ,
- d) 256Ω .

6.8

Zadanie 11 (2 pkt) Kondensator

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe:

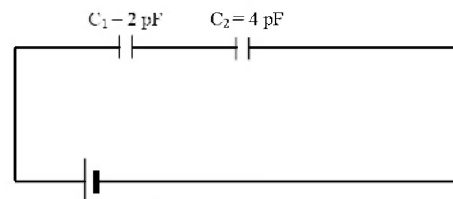
Kondensator płaski naładowano do napięcia U i odłączono od źródła napięcia. Jeżeli pomiędzy okładki tego kondensatora wsuniemy dielektryk o stałą dielektryczną ϵ , to ładunek zgromadzony na jego okładkach wzrośnie ϵ razy.

Odpowiedz uzasadnij.

6.9

Zadanie 8 (1 pkt)

Zbudowano układ z dwoma kondensatorami.



Napięcia na okładkach kondensatorów U_1 i U_2 spełniają zależność:

- a) $U_1 = 4 U_2$,
- b) $U_1 = 2 U_2$,
- c) $U_1 = 0.5 U_2$,
- d) $U_1 = U_2$

6.10

Bojler elektryczny (elektryczny ogrzewacz wody) (dotyczy zadań 19, 20, 21)

Bojler elektryczny o pojemności 120 litrów ma wbudowaną grzałkę o mocy 4 kW, która jest zasilana ze źródła o napięciu 220 V. Po włączeniu bojlera do sieci, woda o temperaturze początkowej 20°C ogrzewa się do temperatury 85°C w ciągu 3 godzin, po czym grzałka wyłącza się. Ponowne samoczynne włączenie grzałki następuje gdy temperatura wody w bojlerze obniży się do 55°C . Producent bojlera podaje, że po wyłączeniu zasilania temperatura wody maleje jednostajnie do 30°C w czasie 8 godzin. Przyjmij, że wzrost temperatury podczas ogrzewania wody jest też jednostajny. Do kąpieli pobiera się jednorazowo z bojlera 60 l wody o temperaturze 85°C . Ciepło właściwe wody $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

Zadanie 19 (2 pkt.)

Oblicz opór elektryczny grzałki zainstalowanej w bojlerze.

Zadanie 20 (2 pkt.)

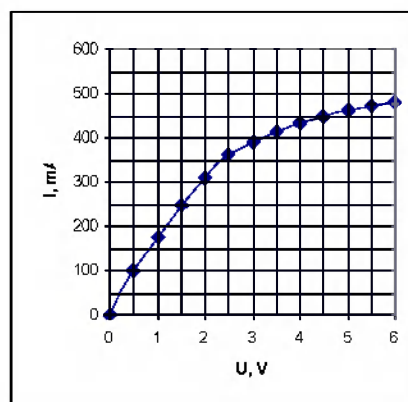
Oblicz koszt tygodniowego zużycia energii elektrycznej przez bojler, przyjmując, że w tym czasie każdy członek trzyposobowej rodziny kąpie się codziennie jeden raz, a jednorazowa kąpiel pochłania 6 kWh energii elektrycznej. Jedna kWh energii elektrycznej kosztuje 38 groszy.

Zadanie 21 (5 pkt.)

Naszkicuj wykres ilustrujący zależności temperatury wody od czasu dla przedziału 12 godzin, uwzględniający cykl nagrzewania wody od temperatury 20°C do 85°C . Załóż, że przez 12 godzin nikt nie pobierał ciepłej wody z bojlera, a bojler był połączony ze źródłem napięcia.

6.11

Na zmieszczonym poniżej wykresie przedstawiono charakterystykę prądowo-napięciową żarówki.



Z wykresu wynika, że:

- A) opór żarówki maleje ze wzrostem napięcia;
- B) prąd płynący przez żarówkę spełnia prawo Ohma;
- C) maksymalna moc żarówki wynosi 6W;
- D) opór żarówki przy napięciu $4,5 \text{ V}$ ma wartość 10Ω .

6.12

1. Przewodnik o długości l i oporze R pocięto na 4 części o długości $\frac{1}{4}l$ każda i połączono je równolegle. Opór takiego przewodnika wynosi:

- A) $4 R$
- B) $2 R$
- C) $\frac{1}{2} R$
- D) $\frac{1}{16} R$

A	B	C	☒ D
---	---	---	---------------------------------------

6.13

Zadanie 12 (2 pkt)

Na obudowie pralki automatycznej umieszczono informację:

PRALKA	TYP 565 E 020
Nr 350 0108263	MODEL I
230 V ~ 50Hz 2300 W	Poziom N
Grzałka 2000 W	PRACA S3-St
	KLASA N

Oblicz skuteczną wartość natężenia prądu elektrycznego płynącego przez grzałkę.

6.14

2. Kondensator o pojemności $40 \mu\text{F}$ naładowano do napięcia 200 V . Po zwarcu tego kondensatora przewodem o oporze 20Ω przepływający prąd elektryczny wykona pracę:

A) $0,42 \text{ J}$ B) $0,8 \text{ J}$ C) 22 J D) 40 J

A	☒	C	D
---	-------------------------------------	---	---

6.15

Zadanie 18 (3 pkt)

Rysunek przedstawia niewielki wycinek błony komórkowej.

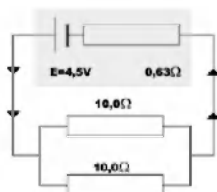


Jony na zewnątrz i wewnątrz komórki są oddzielone płaską błoną komórkową o grubości 10^{-8} m i stałej dielektrycznej $\epsilon = 8$. Różnica potencjałów między powierzchniami błony wynosi około 50 mV . Taki układ można traktować jako kondensator płaski. Oblicz ładunek, jaki chwilowo może się wytworzyć na powierzchni błony komórkowej o wielkości 10^{-4} m^2 .

6.16

Zadanie 15 (3 pkt)

Oblicz, ile wynosi wartość napięcia na zaciskach baterii w obwodzie przedstawionym poniżej. Uzasadnij odpowiedź.



6.17

Zadanie 17 (3 pkt)

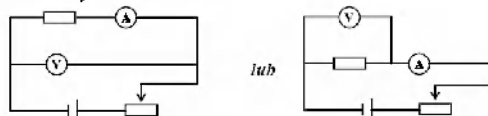
Otrzymałeś woltomierz, amperomierz, przewody, baterię i opornik o nieznanym oporze. Opisz sposób, w jaki wykorzystalbys te przyrządy do pomiaru nieznanego oporu. Uwzględnij możliwe przypadki stosunku mierzonego oporu do oporu posiadanych mierników. Naszkicowanie schematów odpowiednich obwodów powinno być częścią Twojej odpowiedzi.

6.18

Mając do dyspozycji zestaw przewodników, opornik, źródło prądu stałego, opornicę suwakową oraz amperomierz i woltomierz, uczniowie mieli za zadanie sprawdzić słuszność prawa Ohma. Niepewność pomiarowa przyrządów wynosiła odpowiednio: 10 mA i $0,25 \text{ V}$.

14. Narysuj schemat układu pomiarowego, jaki powinni zbudować uczniowie, aby poprawnie wykonać zadanie (wykorzystaj wszystkie wymienione elementy obwodu).

- prawidłowe zaznaczenie na schemacie połączenia amperomierza (szeregowo) i woltomierza (równoległe) 1 punkt
- prawidłowe narysowanie schematu 1 punkt



15. Nanieś punkty pomiarowe w układzie współrzędnych $I(U)$ oraz dopasuj do nich odpowiednią linię.

$I [\text{mA}]$	50	120	160	180	280	320	340	380	430	490
$U [\text{V}]$	1,2	2,5	3,5	4,0	5,5	6,5	7,5	8,0	9,0	10,0

16. Opisz, jak na podstawie wykresu zależności $I(U)$ należy wyznaczyć wartość oporu opornika.

6.19

Zadanie 4. (1 pkt)

Pod względem własności elektrycznych dzielimy substancje na przewodniki, półprzewodniki i izolatory. Można o nich powiedzieć, że ze wzrostem temperatury opór właściwy

- A. przewodników rośnie, półprzewodników maleje, a izolatorów jest zawsze duży.
B. przewodników rośnie, półprzewodników i izolatorów maleje.
C. przewodników maleje, półprzewodników rośnie a izolatorów jest zawsze duży.
D. przewodników rośnie, półprzewodników i izolatorów jest duży niezależnie od temperatury.

6.20

Zadanie 24. (3 pkt)

Metale oraz półprzewodniki przewodzą prąd elektryczny. Wpisz do tabelki zamieszczonej poniżej charakterystyczne cechy związane z przewodnictwem elektrycznym metali i półprzewodników.

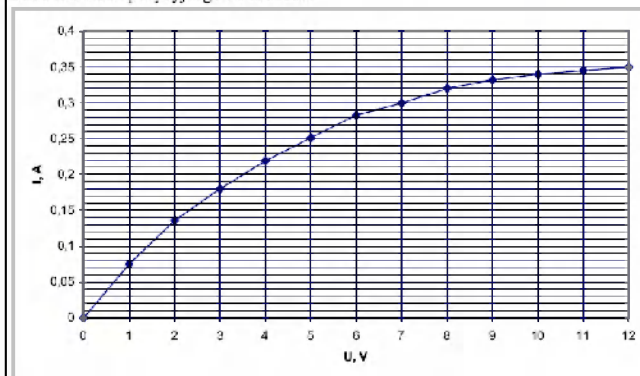
	METALE	PÓLPRAWODNIKI
Rodzaj nośników prądu elektrycznego		
Zależność oporu elektrycznego od temperatury		

Prąd elektryczny – zadania z arkusza II

6.21

Zadanie 24. (oświetlenie)

Wykres zamieszczony poniżej przedstawia charakterystykę prądowo-napięciową żarówki światła pozycyjnego samochodu.



Światła pozycyjne samochodu tworzą obwód, składający się z 4 żarówek połączonych ze sobą równolegle, szeregowo do nich dołączonego opornika i akumulatora o napięciu nominalnym 12 V . Opornik jest oporem zastępczym przewodów i oporu wewnętrznego akumulatora.

Zadanie 24.1. (2 pkt)

Na oprawce każdej żarówki podana jest moc i maksymalne napięcie zasilania. Wyznacz nominalną wartość mocy żarówki światła pozycyjnego, która powinna znaleźć się na oprawce żarówki, jeżeli maksymalne napięcie zasilania żarówki wynosi 12 V .

Zadanie 24.2. (2 pkt)

Czy prąd płynący w żarówce spełnia prawo Ohma? Uzasadnij krótko swoją odpowiedź.

Zadanie 24.3. (4 pkt)

Przez każdą z żarówek włączoną w obwód światła pozycyjnych płynie prąd o natężeniu $0,345 \text{ A}$. Udowodnij, że wartość oporu elektrycznego opornika znajdującego się w tym obwodzie przyjmuje jedną z wartości przedziału $(0,5 \Omega, 8 \Omega)$.

Zadanie 24.4. (4 pkt)

Do obwodu światła pozycyjnych dołączono równolegle do pozostałych jeszcze jedną identyczną żarówkę oświetlającą tablicę rejestracyjną. Wówczas natężenie prądu elektrycznego w obwodzie wzrosło do wartości $1,715 \text{ A}$, a moc każdej żarówki wynosiła $3,69 \text{ W}$. Oblicz napięcie na oporniku dołączonym do żarówek oraz ilość ciepła wydzielonego w oporniku w ciągu godziny świecenia żarówek.

6.22

Zadanie 24. Żaróweczki (11 pkt)

W celu oświetlenia gabloty zmontowano zestaw składający się ze 100 żarówek połączonych szeregowo. Za pomocą miernika uniwersalnego zmierzono:

- omomierzem opór całego układu – 160Ω ,
- woltomierzem napięcie w gniazdku sieci elektrycznej – 230 V ,
- miliamperomierzem natężenie prądu w zestawie lampek podłączonym do gniazdka – 180 mA .

24.1 (1 pkt)

Zapisz, jak należy podłączyć amperomierz w celu pomiaru natężenia prądu w zestawie oświeleńowym.

24.2 (1 pkt)

Oblicz opór jednej żarówki wynikający z pomiaru omomierzem.

24.3 (2 pkt)

Oblicz opór jednej żarówki w czasie świecenia.

24.4 (2 pkt)

Oblicz stosunek wartości oporu podczas świecenia i otrzymanej z pomiaru omomierzem. Wyjaśnij, dlaczego wartości tych oporów nie są równe.

24.5 (2 pkt)

Jedną żaróweczkę przepaliła się. Oblicz, jakie napięcie nominalne powinna mieć nowa żarówka. W sprzedaży dostępne były jedynie żarówki z napisami: 3 V oraz 0,21 W. Oblicz opór zakupionej żarówki świecącej w warunkach zgodnych z podanymi na niej informacjami.

24.6 (3 pkt)

Nową żaróweczkę zamontowano do zestawu. Zapisz, jaki będzie wpływ nowej żarówki na jasność świecenia pozostałych żarówek. Uzasadnij swoje przewidywania dotyczące działania żarówki po podłączeniu zestawu oświetleniowego do gniazdka (przepali się czy będzie świeciła normalnie?).

6.23

Zadanie 26. Silnik elektryczny (10 pkt)

Silnik elektryczny na prąd stały zasilany jest z baterii o SEM $\mathcal{E} = 12$ V. Podczas pracy silnika przez jego uzwojenia płynie prąd o natężeniu $I = 2$ A, natomiast gdy wirnik tego silnika jest całkowicie zahamowany, przez jego uzwojenie płynie większy prąd o natężeniu $I_0 = 3$ A. Opór wewnętrzny baterii pomijamy.

26.1 (2 pkt)

W tym obwodzie występują siły elektromotoryczne baterii i indukcji. Określ i uzasadnij, czy te SEM skierowane są zgodnie, czy przeciwnie (nie uwzględniamy SEM samoindukcji).

26.2 (1 pkt)

Zapisz prawo Ohma dla tego obwodu.

26.3 (1 pkt)

Podaj, jakie są wartości obu SEM, gdy wirnik jest nieruchomy.

26.4 (1 pkt)

Oblicz wartość oporu omowego uzwojenia silnika.

26.5 (1 pkt)

Podczas pracy silnika część energii jest tracona z powodu wydzielania się ciepła w uzwojeniu, ze względu na niezerowy opór omowy. Oblicz moc traconą w ten sposób podczas pracy silnika.

26.6 (2 pkt)

Oblicz moc użyteczną silnika (jest to moc prądu w obwodzie pomniejszona o moc traconą z powodu strat cieplnych), gdy przez jego uzwojenie płynie prąd o natężeniu $I = 2$ A.

26.7 (2 pkt)

Oblicz sprawność silnika w warunkach opisanych w zadaniu 26.6.

6.24

Zadanie 23. Ogrzewacz wody (10 pkt)

Turystyczny ogrzewacz wody zasilany jest z akumulatora samochodowego. Element grzejny wykonano na bocznej powierzchni szklanego naczynia mającego kształt walca. Element grzejny tworzy kilka zwojów przewodzącego materiału w postaci paska o szerokości 4 mm i grubości 0,1 mm. Całkowita długość elementu grzejącego wynosi 0,628 m. Opór elektryczny elementu grzejącego jest równy 0,60 Ω . Siła elektromotoryczna akumulatora wynosi 12,6 V, a jego opór wewnętrzny jest równy 0,03 Ω .

23.1 (3 pkt)

Oblicz moc elementu grzejącego wykorzystywanego w ogrzewaczu w sytuacji opisanej w treści zadania.

23.2 (2 pkt)

Wykaż, że opór właściwy elementu grzejącego ma wartość około $3,8 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$.

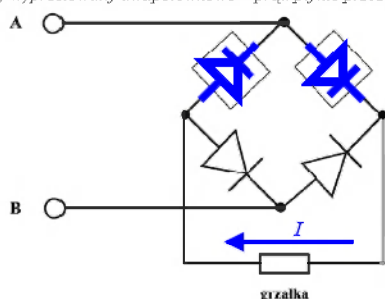
23.3 (3 pkt)

Oszacuj, ile razy wydłuży się czas potrzebny do zagotowania wody, jeżeli napięcie na zaciskach elementu grzejącego zmaleje o 20%. Załóż, że opór elektryczny elementu grzejącego jest stały, a straty ciepła w obu sytuacjach są pomijalne.

23.4 (2 pkt)

Ogrzewacz może być zasilany ze źródła prądu przemiennego poprzez układ prostowniczy. Do zacisków A i B układu doprowadzono z transformatora napięcie przemiennie. Narysuj na schemacie, w miejscach zaznaczonych prostokątami, brakujące elementy półprzewodnikowe tak, aby przez grzałkę płynął prąd wyprostowany dwupółokowo*). Oznacz na schemacie za pomocą strzałki kierunek przepływu prądu przez grzałkę.

*) wyprostowany dwupółokowo – prąd płynie przez grzałkę w obu półokresach



6.25

Zadanie 22. Opór zewnętrzny (8 pkt)

a) Mając do dyspozycji: amperomierz, woltomierz, opornicę suwakową i ogniwo, narysuj układ pomiarowy, za pomocą którego można wyznaczyć zależność mocy wydzielanej w obwodzie zewnętrznym od oporu zewnętrznego. (1 pkt)

b) W poniższej tabeli podano wartości oporu zewnętrznego R , wyniki pomiarów natężenia prądu I , napięcia U oraz obliczone wartości mocy P wydzielanej na oporze zewnętrznym. Tabela zawiera jednak luki. Korzystając z danych podanych w tabeli oblicz i wstaw w puste miejsca brakujące wartości. (2 pkt)

$R[\Omega]$	0		0,5	1	2	4	6	
$I[A]$	6	5	4	3		1,2		0,5
$U[V]$	0	1			4	4,8	5,16	5,5
$P[W]$		5	8	9	8		4,44	2,75

c) Wykorzystując dane z tabeli z drugiej części zadania, sporządź wykres zależności mocy wydzielanej w obwodzie zewnętrznym od wartości oporu zewnętrznego. Na podstawie otrzymanego wykresu podaj, dla jakiej wartości oporu zewnętrznego wydajność ogniwa jest największa oraz podaj przybliżoną wartość oporu wewnętrznego tego ogniwa. (5 pkt)

6.26

Zadanie 24. (10 pkt) TERMOMETR OPOROWY

W tabeli przedstawiono wyniki pomiarów oporu elektrycznego zwojnicy miedzianej przy różnych temperaturach jej otoczenia.

Temperatura $t(^{\circ}C)$	20	30	40	50	60
Opór elektryczny $R(\Omega)$	86	90	93	96	100

Pomiarów dokonano z dokładnością: $\Delta t = \pm 1^{\circ}C$, $\Delta R = \pm 1\Omega$.

a) (4 pkt) Wykorzystując dane zamieszczone w tabeli i korzystając z umieszczonej niżej siatki, sporządź wykres zależności oporu elektrycznego zwojnicy od jej temperatury, równą temperaturze otoczenia. Nanieś na wykres niepewności wyznaczenia temperatury i oporu. Uwaga: przed rozpoczęciem skalowania wykresu przeczytaj dokładnie całe zadanie.

b) (1 pkt) Na podstawie wykresu wyznacz opór elektryczny zwojnicy w temperaturze $0^{\circ}C$.

c) (3 pkt) Ogólne równanie prostej na wykresie ma postać $R_t = R_0(1 + \alpha t)$. Na podstawie wykresu wyznacz wartość współczynnika α .

d) (2 pkt) Zwojnicę opisaną w zadaniu zanurzone do wody i wyznaczono jej opór – wynosił on wtedy 105 Ω . Wyznacz temperaturę wody.

6.27

Zadanie 26. Grzałka (12 pkt)

a) Opisz wszystkie zjawiska, jakie doprowadzają do zagotowania wody za pomocą grzałki. (3 pkt)

b) Za pomocą dwóch jednakowych grzałek o oporze R_g każdą ogrzewamy tę samą masę wody od temperatury pokojowej do temperatury wrzenia, włączając je do sieci o napięciu U raz połączone szeregowo i drugi raz połączone równolegle.

Przy którym połączeniu woda zagotuje się szybciej, jeśli w obu przypadkach straty ciepła są takie same? (6 pkt)

c) Oblicz moc wydzieloną na grzałce, przyjmując jej opór $R_g = 39 \Omega$, całkowity opór przewodów doprowadzających $R = 1 \Omega$, napięcie sieci $U = 220V$. (2 pkt)

d) Jaka jest sprawność grzałki, jeśli straty ciepła występują jedynie na przewodach doprowadzających? (1 pkt)

6.28

Zadanie 25. Akumulator (10 pkt)

Typowy akumulator kwasowo-żelowy stosowany w zasilaczach awaryjnych (tzw. UPS-ach) dla pojedynczych stanowisk komputerowych posiada pojemność 7 Ah. Oznacza to, że po pełnym naładowaniu może on dostarczać prąd stałego o natężeniu 7 A w czasie 1 godziny. Po rozładowaniu akumulator wymaga ponownego naładowania.

25.1 (2 pkt)

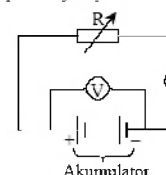
Oblicz ładunek elektryczny, jaki przepłynie w obwodzie podczas rozładowywania całkowicie naładowanego akumulatora. Wynik podaj w kulombach

25.2 (2 pkt)

Po zaniku napięcia w sieci energetycznej zasilacz awaryjny rozpoczął zasilanie stanowiska komputerowego pobierającego moc 180 W. Oblicz czas pracy zasilacza awaryjnego. Załóż, że akumulator jest całkowicie naładowany, napięcie na zaciskach akumulatora jest stałe i wynosi 12 V oraz przyjmij 100 % sprawność układu zasilającego.

25.3 (4 pkt)

Podczas badania właściwości wyeksploatowanego akumulatora zastosowano układ pomiarowy przedstawiony na poniższym rysunku.



Wyniki pomiarów zamieszczone w tabeli.

$I[A]$ $\Delta I = \pm 0,5A$	5,5	9,5	13,5	18,5	24,0	26,0
$U[V]$ $\Delta U = \pm 0,5V$	12,0	10,5	8,0	6,0	3,5	1,5

Sporządź wykres zależności napięcia, jakie wskazuje woltomierz, od natężenia czerpanego z akumulatora prądu. Zaznacz niepewności pomiarowe.

25.4 (2 pkt)

Korzystając z wykresu:

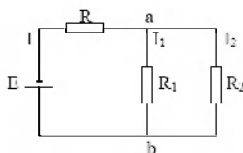
a) wyznacz i zapisz wartość SEM,

b) oblicz opór wewnętrzny akumulatora.

6.29

Zadanie 27. Obwód elektryczny (12 punktów)

W obwodzie elektrycznym przedstawionym na rysunku, $E = 12 \text{ V}$, $R = 18 \Omega$, $R_1 = 30 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$.



27.1 (3 punkty)

Oblicz opór zastępczy układu oporników. Przedstaw poszczególne etapy przekształcania obwodu i obliczeń.

27.2 (4 punkty)

Oblicz natężenia prądów: I , I_1 , I_2 .

27.3 (1 punkt)

Oblicz moc wydzielaną w poszczególnych opornikach.

27.4 (4 punkty)

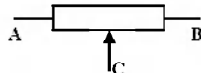
Wykaż, że jeżeli założymy, że $R = R_1 = R_2$, to w oporniku R będzie wydzielana się największa moc i wylicz, ile razy będzie ona większa od mocy wydzielanej w R_1 .

6.30

Zadanie 3. Potencjometr suwakowy (12 pkt)

Potencjometr suwakowy to opornik z możliwością regulacji wartości oporu elektrycznego przez użytkownika. Regulacji tej dokonuje się poprzez zmianę położenia styku suwaka/slizgacza. Potencjometr wykonuje się z np. z drutu oporowego nawijając go równomiernie na walcu z izolatora. Dwa skrajne wyprowadzenia oznaczono przez A i B , trzecie C środkowe jest połączone ze suwakiem/slizgaczem.

Potencjometr działa jak dzielnik napięcia. Typowym zastosowaniem potencjometrów jest regulacja napięcia w urządzeniach elektrycznych lub w układach elektronicznych odbiorników radiowych i telewizyjnych. Poniżej przedstawiono zdjęcie potencjometru suwakowego i jego schemat elektryczny.



3.1 (3 pkt)

W pewnym doświadczeniu z wykorzystaniem potencjometru napięcie na zaciskach A i B wynosiło 12 V , a natężenie prądu płynącego przez potencjometr miało wartość $0,12 \text{ A}$. Oblicz długość użytego do wykonania potencjometru drutu oporowego, wiedząc, że wykonano go z drutu chromonikielowego o polu przekroju poprzecznego $0,5 \text{ mm}^2$, a opór właściwy chromonikieliny jest równy $1 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$.

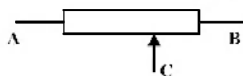
3.2 (3 pkt)

Oblicz opór wewnętrzny akumulatora dołączonego do zacisków A i B . Przyjmij, że całkowity opór potencjometru, dołączonego do akumulatora o sile elektromotorycznej $12,6 \text{ V}$, wynosił 100Ω , a natężenie prądu płynącego w obwodzie wynosiło $0,12 \text{ A}$.

3.3 (3 pkt)

Oblicz, w jakim stosunku są długości obu odcinków potencjometru (AC/CB).

W obliczeniach przyjmij, że gdy między zaciskami A i B napięcie wynosiło 12 V woltomierz dołączony do zacisków A i C wskazywał napięcie 8 V . Przyjmij, że drut oporowy nawinięto na walcu równomiernie oraz skorzystaj z zależności $R = \frac{\rho l}{S}$.



Zad. 3.4 (3 pkt)

W celu zbadania własności elektrycznych włókna żarówki zbudowano układ pomiarowy zawierający akumulator, woltomierz, amperomierz, potencjometr, żarówkę i przewody połączeniowe, który umożliwia zmianę napięcia na zaciskach żarówki od 0 V do wartości maksymalnej (a przez to zmianę jasności jej świecenia).

Narysuj schemat tego obwodu elektrycznego. Uwzględnij w schemacie woltomierz oraz amperomierz włączone tak, aby umożliwiały pomiar napięcia na zaciskach żarówki i natężenia prądu płynącego przez żarówkę.

6.31

Zadanie 24. (Kuchenska)

Kuchenkę elektryczną pobierającą prąd o natężeniu skutecznym $I_s = 10 \text{ A}$ przy napięciu skutecznym $U_s = 220 \text{ V}$ przyłączono do sieci w miejscu, gdzie znajdował się licznik energii elektrycznej. Odległość między licznikiem a kuchnią była taka, że do podłączenia kuchenki właściciel zużył $l = 100 \text{ m}$ pojedynczego, miedzianego przewodu. Instalację wykonał stosując przewody o przekroju $s = 1 \text{ mm}^2$ ($= 10^{-6} \text{ m}^2$). Opór właściwy miedzi wynosi $\rho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m} = 0,017 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$.

24.1 (0-4 pkt)

Instalację kuchenki po jej podłączeniu sprawdzał monter elektryk. Zmierzył on najpierw amperomierzem natężenie skuteczne prądu płynącego przez kuchenkę. Jaki wynik otrzymał?

24.2 (0-1 pkt)

Następnie zmierzył woltomierzem napięcie skuteczne na zaciskach kuchenki podczas jej działania. Jaki wynik otrzymał?

24.3 (0-1 pkt)

Monter uważał, że do wykonania instalacji właściciel użył przewodu o niewłaściwym przekroju. Chcąc przekonać o tym właściciela kuchenki, monter obliczył moc P , która wydzielana się w kuchence. Podaj to obliczenie.

24.4 (0-1 pkt)

Następnie obliczył moc P , która rozprasza się bezużytecznie w przewodzie doprowadzającym. Podaj to obliczenie.

24.5 (0-2 pkt)

Na koniec monter obliczył, ile energii E wydzielił się w kuchence podczas 100 godzin pracy. Jaki wynik uzyskał? Wyraź go w kWh.

24.6 (0-2 pkt)

Jakie zużycie energii E_0 zanotuje w tym czasie licznik?

24.7 (0-1 pkt)

Biorąc pod uwagę, że cena 1 kWh ($3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$) wynosi 30 groszy, oblicz jaki jest koszt energii traconej w przewodzie zasilającym w tym czasie.

24.8 (0-2 pkt)

Doradź właścicielowi, czy przewód doprowadzający powinien być cieńszy, czy grubszy, by zmniejszyć straty energii w instalacji. Uzasadnij krótko swoją opinię.

6.32

CZAJNIK BEZPRZEWODOWY

Na tabliczce znamionowej czajnika bezprzewodowego podano dane techniczne dotyczące grzałki tego czajnika:

$220 \text{ V}/1850-2200 \text{ W}$

Spirala grzewcza czajnika wykonana jest z chromonikieliny, której opór właściwy w temperaturze pokojowej wynosi $1,2 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$. Pole powierzchni przekroju poprzecznego drutu spirali grzewczej wynosi $0,2 \text{ mm}^2$. Przyjmij, że sprawność czajnika wynosi 60%.

Czajnik napełniono wodą o masie 2 kg i temperaturze 20°C .

Zadanie 28 (4 pkt.)

Oblicz czas potrzebny do zagotowania wody, gdy grzałka pracuje cały czas z maksymalną mocą. Wydruk podaj w minutach.

Zadanie 29 (4 pkt.)

Oblicz czas potrzebny do zagotowania wody o masie 2 kg dla co najmniej czterech wartości mocy z zakresu podanego na tabliczce znamionowej. Sporządź wykres zależności czasu potrzebnego do zagotowania wody od mocy czajnika, wykorzystując obliczone wartości.

Zadanie 30 (5 pkt.)

Oblicz długość przewodu, z którego wykonano spiralę grzewczą czajnika wiedząc, że w momencie włączenia zasilania czajnik pracuje z maksymalną mocą.

Zadanie 31 (2 pkt.)

Napisz, jak w rzeczywistości zmienia się moc czajnika bezprzewodowego wraz ze wzrostem temperatury spirali grzewczej czajnika. Przyjmij, że wartość oporu wzrasta wprost proporcjonalnie do temperatury. Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 32 (2 pkt.)

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: *Niezależnie od czynników atmosferycznych woda wrze zawsze w temperaturze 100°C .* Odpowiedź uzasadnij.

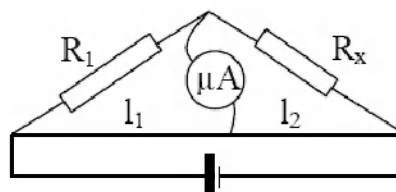
Zadanie 33 (2 pkt.)

Podaj przyczynę powodującą zmniejszenie sprawności czajnika wraz z upływem czasu eksploatacji. Odpowiedź uzasadnij.

6.33

„Mostek Wheatstone’a”

Chcąc doświadczalnie wyznaczyć wartość oporu nieznanego opornika, studenci posługują się układem pomiarowym zwanym mostkiem Wheatstone’a przedstawionym na rysunku. Układ składa się z: opornika o znanym oporze $R_1 = 126 \Omega$, opornika o nieznanym oporze R_x , baterii oraz jednorodnego drutu oporowego o stałym przekroju, po którym może przesuwac się przewód łączący jeden z zacisków mikroamperomierza. Aby wyznaczyć wartość nieznanego oporu, mostek musi być w stanie równowagi – mikroamperomierz wskazuje wartość zero.



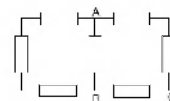
25. Zaznacz kierunki prądów przepływających przez opory R_1 , R_x , l_1 , l_2 .

26. Oblicz wartość nieznanego oporu R_x , jeśli przewód łączący mikroamperomierz i drut oporowy dzieli go w stosunku $l_1:l_2 = 2:1$.

Prąd elektryczny – inne zadania

6.34

Jednakowe oporniki o oporach R każdy połączono jak na rysunku. Oblicz opór zastępczy układu między punktami A i B oraz B i C .



6.35

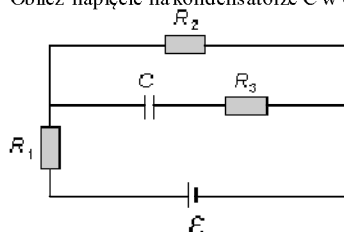
Dysponujemy amperomierzem o oporze wewnętrznym $r = 4 \Omega$. Wskazówka amperomierza wychyla się do końca skali, gdy płynie prąd $I = 10 \text{ mA}$. Co trzeba zrobić, aby przyrząd ten można było stosować jako woltomierz do pomiaru napięcia w zakresie do $U = 300 \text{ V}$?

6.36

Gdy do źródła napięcia (baterii czterech ogniw w lampce kieszonkowej) jest dołączony opornik $R_1 = 12,5 \Omega$ (świecąca się lampka), płynie prąd o natężeniu $I_1 = 0,28 \text{ A}$. Gdy dołączony jest opornik $R_2 = 6 \Omega$ (inna lampka), płynie prąd $I_2 = 0,4 \text{ A}$. Oblicz natężenie prądu zwarcia źródła.

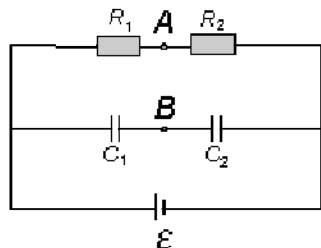
6.37

Oblicz napięcie na kondensatorze C w obwodzie przedstawionym na rysunku



6.38

Oblicz różnicę potencjałów między punktami A i B w obwodzie przedstawionym na rysunku, jeżeli wiadomo, że pojemność kondensatora C2 jest $n = 6$ razy większa od pojemności C1, siła elektromotoryczna $\mathcal{E} = 120 \text{ V}$, opór wewnętrzny źródła jest bardzo mały, a oporności wynoszą $R_1 = 60 \Omega$ i $R_2 = 240 \Omega$.



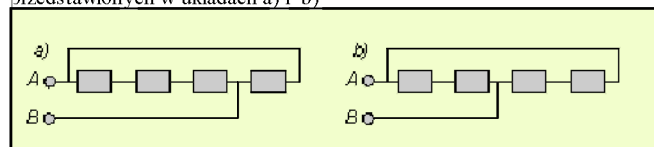
6.39

Czajnik elektryczny ma dwie grzałki o oporach R_1 i R_2 . Po włączeniu grzałki R_1 woda zaczyna wrzeć po czasie $t_1 = 5 \text{ min}$. Po włączeniu grzałki R_2 woda zaczyna wrzeć po czasie $t_2 = 10 \text{ min}$. Po jakim czasie zagotuje się woda w czajniku, jeżeli obie grzałki włączymy:

- szeregowo,
- równolegle.

6.40

Oblicz oporność układu czterech jednakowych oporników o oporności R przedstawionych w układach a) i b)



6.41

Na rysunku przedstawiony jest obwód zawierający dwa źródła SEM:

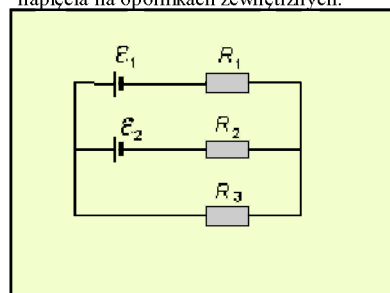
$\mathcal{E}_1 = 10 \text{ V}$, $r_1 = 0,1 \Omega$;

$\mathcal{E}_2 = 15 \text{ V}$, $r_2 = 0,3 \Omega$

oraz trzy oporniki o oporach

$R_1 = 0,5 \Omega$; $R_2 = 0,8 \Omega$ i $R_3 = 1 \Omega$.

Wyznacz natężenia prądu płynącego we wszystkich gałęziach obwodu oraz napięcia na opornikach zewnętrznych.



6.42

Jaki jest opór 1 kilometra kabla miedzianego o powierzchni przekroju 1 cm^2 , jeśli opór właściwy miedzi wynosi około $17 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$? Porównaj go z oporem płytki izolatora o grubości 1 mm , oporze właściwym $1 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}$ i tej samej powierzchni przekroju.

6.43

Który przewód ma mniejszy opór: miedziany o średnicy 1 mm czy ołowiany o średnicy 4 mm , jeśli ich długości są takie same? Opór właściwy ołowiu jest równy około $220 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$, a miedzi $17 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$.

6.44

Przez przewód przepłynęło w ciągu 2 sekund 10^{20} elektronów. Oblicz natężenie płynącego prądu. Ładunek elementarny wynosi $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

6.45

Czajnik elektryczny ma moc 700 W . Oblicz energię pobraną przez ten czajnik, jeżeli był włączony przez 30 minut. Wyraż ją w dżulach i kilowatogodzinach.

6.46

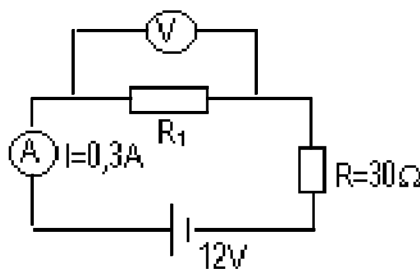
Przy przepływie prądu stałego przez opór 5Ω , wydzielą się, w czasie 30 min, energia 750 kJ . Znaleźć natężenie prądu i spadek napięcia na oporniku.

6.47

Woltomierz połączony z końcami opornika R_1 powinien wskazać:

- 1,2V
- 3,0V
- 3,6V
- 9,0V

Przedstaw odpowiednie obliczenia



6.48

Do elektrycznej instalacji domowej o napięciu 230 V podłączono jednocześnie: czajnik elektryczny o mocy 1 kW , żarówkę o mocy 75 W i telewizor o mocy 200 W . Czy bezpiecznik główny o wartości 10 A przepali się?

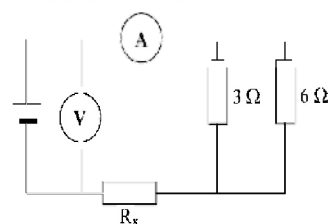
6.49

Dwa ogniwa o SEM $1,6 \text{ V}$ i 2 V i oporach wewnętrznych $0,3 \Omega$ i $0,9 \Omega$ połączono szeregowo, a następnie spięto oporem zewnętrznym 6Ω . Znaleźć spadek napięcia wewnątrz każdego z ogniw.

6.50

Zadanie 2 Obwód

Zbudowano następujący obwód prądu stałego:



Umieszczony w tym obwodzie amperomierz pokazuje natężenie prądu równe 3 A , a woltomierz napięcie 15 V .

- Oblicz opór zastępczy układu oporników umieszczonych w tym obwodzie.
- Oblicz opór opornika R_x .
- Oblicz moc wydzieloną na oporniku o oporze 6Ω .
- Opornik R_x jest wykonany z chromonikeli - drutu oporowego o średnicy 2 mm . Oblicz długość tego drutu zakładając, że opór R_x ma wartość 2Ω , a opór właściwy chromonikeli wynosi $1,2 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$.
- Określ i uzasadnij jak zmieni się wskazanie amperomierza, gdy z przedstawionego obwodu usuniemy opór R_x nie zmieniając przyłożonego napięcia.

6.51

Zadanie 23. Obwody z baterią (11 pkt)

Uczniowie zbudowali obwód zawierający baterię, amperomierz, woltomierz i opornik regulowany. Zmieniając wartość oporu regulowanego, dwukrotnie odczytali wskazania mierników. Wyniki pomiarów przedstawia tabela. Pomijamy opór amperomierza oraz przewodów połączeniowych i zakładamy, że woltomierz ma nieskończenie duży opór.

	Pomiar 1	Pomiar 2
$U, \text{ V}$	8,8	8,5
$I, \text{ A}$	0,21	0,52

23.1 (2 pkt)

Narysuj schemat obwodu, który zbudowali uczniowie.

(Opornik regulowany oznaczamy symbolem: )

23.2 (3 pkt)

Korzystając z danych w tabeli, oblicz wartości siły elektromotorycznej i oporu wewnętrznego baterii.

23.3 (3 pkt)

Do baterii, zamiast opornika regulowanego, podłączono drut miedziany o długości $l = 10 \text{ m}$ i średnicy $d = 0,2 \text{ mm}$. Amperomierz wskazał $1,4 \text{ A}$, a woltomierz $7,6 \text{ V}$. Korzystając z tych wyników pomiaru, oblicz wartość oporu właściwego miedzi.

23.4 (3 pkt)

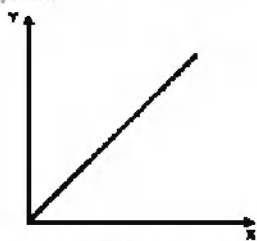
Dwie żarówki o wartościach nominalnych: $2 \text{ W}/6 \text{ V}$ oraz $4 \text{ W}/6 \text{ V}$ połączono szeregowo do baterii. Napięcie na zaciskach obciążonej baterii wynosiło 9 V . Ustal i zapisz, która z żarówek świeci jaśniej. Uzasadnij odpowiedź, zapisując odpowiednie zależności. Przyjmij, że opór żarówek nie zmienia się podczas świecenia.

7. Pole magnetyczne – zadania z arkusza I

7.1

Zadanie 4. (1 pkt)

Maciek, pisząc klasówkę z pola magnetycznego, narysował wykres, ale zapomniał prawidłowo oznaczyć osie.



Wybierz z poniższych tę parę współrzędnych, dla której dany wykres jest narysowany prawidłowo.

	X	Y
A.	odległość od przewodnika z prądem, $r[m]$;	indukcja pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem, $B[T]$;
B.	natężenie prądu płynącego w zwojnicy, $I[A]$;	strumień pola magnetycznego przenikający przez wnętrze zwojnicy, $\Phi[Wb]$;
C.	siła Lorentza, $F[N]$;	okres obiegu okręgu, po jakim porusza się ładunek, $T[s]$;
D.	odległość między przewodnikami, $r[m]$;	siła oddziaływania przewodników z prądem, $F[N]$.

7.2

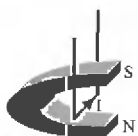
Zadanie 12. (2 pkt)

Maciek miał za zadanie skonstruować zwojnicę do wytwarzania pola magnetycznego o wartości indukcji $B = 3,14 \cdot 10^{-2} T$. Na tekturowy walec o długości 2 cm ucześć nawinął 125 zwojów drutu. Oblicz wartość natężenia prądu, który powinien płynąć przez skonstruowaną przez Macia zwojnicę.

7.3

Zadanie 8. (1 pkt)

W polu magnetycznym umieszczono przewód. Jak zachowa się ten przewód, gdy przepuścimy przez niego prąd w kierunku pokazanym na rysunku?



- Przewód odchyli się w prawo.
- Przewód zostanie przyciągnięty przez biegun N.
- Przewód odchyli się w lewo.
- Przewód zostanie przyciągnięty przez biegun S.

7.4

Zadanie 20. (3 pkt)

W cyklotronie protony o masie $1,67 \cdot 10^{-27} kg$ i ładunku $1,6 \cdot 10^{-19} C$ są rozpędzane do prędkości $v = 3 \cdot 10^6 m/s$. Maksymalny promień okręgu, po którym jeszcze może poruszać się proton, wynosi 0,4 m. Oblicz wartość indukcji jednorodnego pola magnetycznego w tym cyklotronie oraz okres obiegu protonu podczas przyspieszania. (Pomiń ewentualne efekty relatywistyczne).

7.5

Zadanie 16. (3 pkt)

W jednorodnym polu elektrycznym i w jednorodnym polu magnetycznym zostały umieszczone spoczywające ładunki dodatnie. Zapisz poniżej wraz z uzasadnieniem, jak będą zachowywać się ładunki w tych polach. Nic uwzględnij wpływu siły grawitacji.

Ładunek w polu elektrycznym będzie	Ładunek w polu magnetycznym będzie
.....	
.....	
.....	
.....	
ponieważ	ponieważ

7.6

Zadanie 18. (1 pkt)

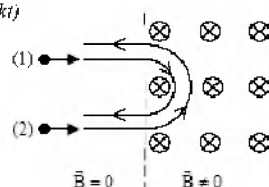
Wyjaśnij, jakie zjawiska magnetyczne zachodzą podczas podnoszenia za pomocą magnesu żelaznych szpilek rozsypanych na podłożu.

7.7

Zadanie 12. Częstki w polu magnetycznym (2 pkt)

Rysunek przedstawia toru ruchu dwóch cząstek 1 i 2, które posiadają taki sam pęd i wpadają w obszar jednorodnego pola magnetycznego. Wyjaśnij dlaczego:

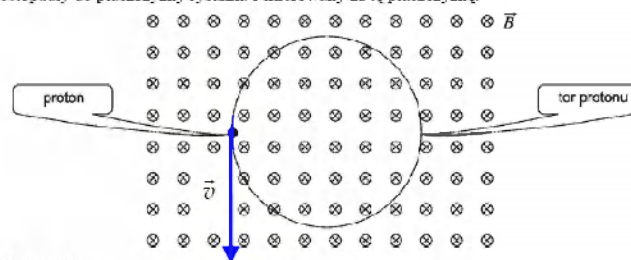
- toru cząstek zakrzywione są w przeciwne strony;
- promienie krzywizny torów są różne.



7.8

Zadanie 17. Proton (5 pkt)

W jednorodnym polu magnetycznym, którego wartość indukcji wynosi 0,1 T, krąży w próżni proton po okręgu o promieniu równym 20 cm. Wektor indukcji pola magnetycznego jest prostopadły do płaszczyzny rysunku i skierowany za tę płaszczyznę.



17.1 (2 pkt)

Zaznacz na rysunku wektor prędkości protonu. Odpowiedź krótko uzasadnij, podając odpowiednią regułę

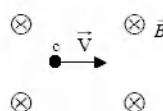
17.2 (3 pkt)

Wykaż, że proton o trzykrotnie większej wartości prędkości krąży po okręgu o trzykrotnie większym promieniu.

7.9

Zadanie 7. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono elektron poruszający się w próżni i wpadający w obszar pola magnetycznego. Elektron, przechodząc przez pole magnetyczne, odchylił się:



- w płaszczyźnie kartki w dół.
- w płaszczyźnie kartki w górę.
- przed płaszczyznę kartki.
- za płaszczyznę kartki

Znak $\otimes$ na rysunku oznacza, że wektor indukcji magnetycznej jest prostopadły do płaszczyzny kartki i zwrócony za płaszczyznę kartki.

7.10

Zadanie 12. Elektron w polu magnetycznym (4 pkt)

Elektron wpada w obszar jednorodnego pola magnetycznego prostopadłe do linii tego pola. Wartość wektora indukcji magnetycznej wynosi $5 \cdot 10^{-1} T$. Oblicz okres obiegu tego elektronu.

7.11

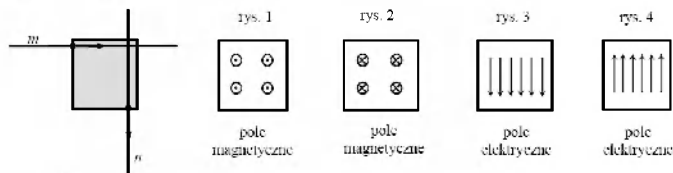
Zadanie 16. Dyskietka (2 pkt)

Podaj, jakie zjawisko magnetyczne wykorzystuje się podczas zapisu informacji na dyskietce komputerowej. Nazwij własności magnetyczne materiału, który wykorzystano jako nośnik informacji.

7.12

Zadanie 3. (1 pkt)

Dodatkowo naładowana cząstka, poruszając się w próżni wzdłuż prostej m , wpada w obszar zaznaczony na rysunku. Cząstka opuszcza ten obszar wzdłuż prostej n tak jak pokazano na rysunku. Na podstawie powyższych informacji można stwierdzić, że w obszarze tym wytworzono jednorodne pole, które schematycznie przedstawiono na rysunku

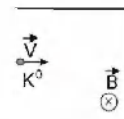


- 1
- 2
- 3
- 4

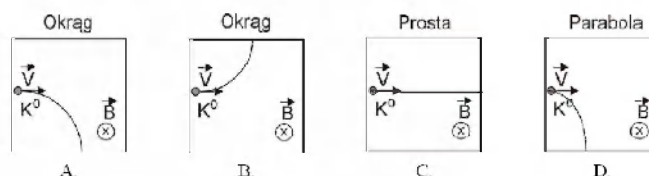
7.13

Zadanie 4. (1 pkt)

W polu magnetycznym obserwowano zderzenie cząstek elementarnych, podczas którego powstała cząstka K^0 nie posiadająca ładunku (rys.)



Tor, po którym poruszała się ta cząstka w polu magnetycznym przedstawiono na rysunku



7.14

Zadanie 15. (2 pkt)

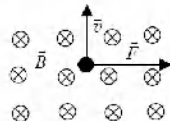
Narysuj najprostszy model elektromagnesu i nazwij jego części składowe. Napisz dwa różne typy zastosowania tego urządzenia.

7.15

Zadanie 2. (1 pkt)

Na cząstkę poruszającą się z prędkością $\vec{v}$ w obszarze pola magnetycznego o indukcji $\vec{B}$ działa siła $\vec{F}$ (rys.). Sytuacja przedstawiona na rysunku dotyczy

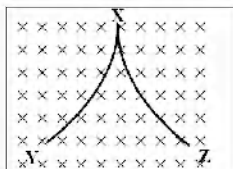
- protonu.
- elektronu.
- neutronu.
- cząstki α .



7.16

Zadanie 22. (3 pkt)

Dwie cząstki wpadły do komory Wilsona w punkcie X i pozostawiły w niej ślady. Jedną cząstkę ślad XY a drugą XZ. Komora umieszczona była w polu magnetycznym prostopadłym do płaszczyzny rysunku ze zwrotem za rysunek. Jakie wnioski o obecności ładunku i znaku ładunku cząstek można wyciągnąć w wyniku analizy tego rysunku? Czy na podstawie analizy rysunku można jednoznacznie stwierdzić, że masy cząstek są równe? Uzasadnij swoje odpowiedzi.



7.17

Zadanie 10. Magnetyki (2 pkt)

Jakie właściwości materiałów ferromagnetycznych decydują o tym, że wykonuje się z nich rdzenie elektromagnesów i transformatorów? Czy powinny to być materiały magnesujące się trwale, czy nietrwale? Odpowiedź uzasadnij.

7.18

Zadanie 5. (1 pkt)

Poruszający się ze stałą prędkością elektron wpada w obszar jednorodnego pola magnetycznego tak, że wektor jego prędkości jest równoległy do wektora indukcji magnetycznej, a zwroty tych wektorów są przeciwne. Elektron w tym polu będzie poruszał się

- jednostajnie przyspieszonym.
- jednostajnie opóźnionym.
- jednostajnym po okręgu.
- jednostajnym prostoliniowym.

7.19

Zadanie 8. (1 pkt)

Cyklotron jest urządzeniem służącym do przyspieszania naładowanych cząstek. W jego działaniu istotną rolę pełnią pola elektryczne i magnetyczne. Wybierz poprawną odpowiedź.

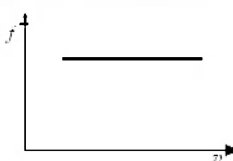
	Pole elektryczne	pole magnetyczne
A.	zakrzywia tor ruchu cząstek.	przyspiesza cząstkę.
B.	przyspiesza cząstkę.	przyspiesza cząstkę.
C.	zakrzywia tor ruchu cząstek.	zakrzywia tor ruchu cząstek.
D.	przyspiesza cząstkę.	zakrzywia tor ruchu cząstek.

7.20

Zadanie 19. Cząstka w polu magnetycznym (3 pkt)

Rysunek przedstawia szkie wykreślu ilustrujący zależność $f(v)$ (częstotliwości obiegu naładowanej cząstki od wartości jej prędkości). Cząstka porusza się w próżni w stałym, jednorodnym polu magnetycznym, prostopadle do linii tego pola.

Wykaż, wykorzystując odpowiednie zależności fizyczne, że przedstawiony wykres jest poprawny. Sformułuj krótko pisemne uzasadnienie.



7.21

22. Elektron (3 pkt)

Elektron porusza się w jednorodnym polu magnetycznym po okręgu o promieniu $1 \cdot 10^{-2}$ m. Długość fali de Broglie'a dla tego elektronu jest równa $2,1 \cdot 10^{-10}$ m. Oblicz wartość wektora indukcji magnetycznej pola magnetycznego, w którym porusza się ten elektron. Efekty relatywistyczne pomini.

7.22

Zadanie 9. (1 pkt)

Dwa równoległe przewody, przez które płyną prądy elektryczne, przyciągają się siłą F . Gdy zwroty natężeń prądów w obu przewodnikach zostaną zmienione na przeciwne, a ich wartości pozostaną te same, to:

- przewodniki będą się odpychać siłą F .
- przewodniki będą się przyciągać siłą $4F$.
- przewodniki będą się odpychać siłą $4F$.
- przewodniki będą się przyciągać siłą F .

7.23

Zadanie 18. (2 pkt)

Jaś Wędrowniczek wybiera się na wakacje do USA. Napięcie skuteczne w sieci elektrycznej miejskiej w USA wynosi 110 V, podczas gdy w Polsce – 220 V. Aby więc korzystać ze swoich urządzeń elektrycznych, Jaś musi mieć transformator. Zrobił już obwód pierwotny składający się z 500 zwojów, który podłączy do sieci miejskiej w USA. Doradź Jasiowi, jaką liczbę zwojów powinien mieć obwód wtórny transformatora.

7.24

Zadanie 12 (2 pkt.) Transformator

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe:

Transformator to urządzenie pracujące zarówno przy zasilaniu prądem stałym, jak i zmiennym.

Odpowiedź uzasadnij.

7.25

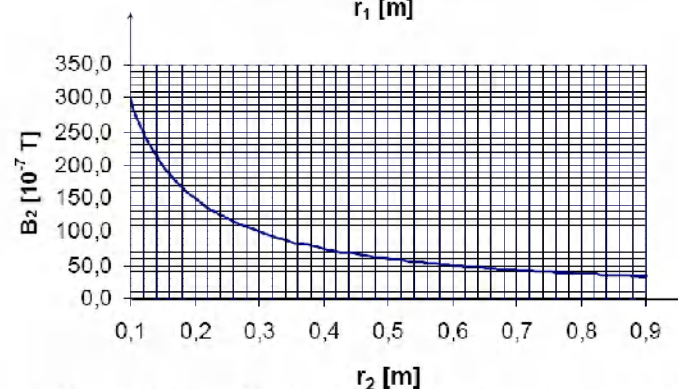
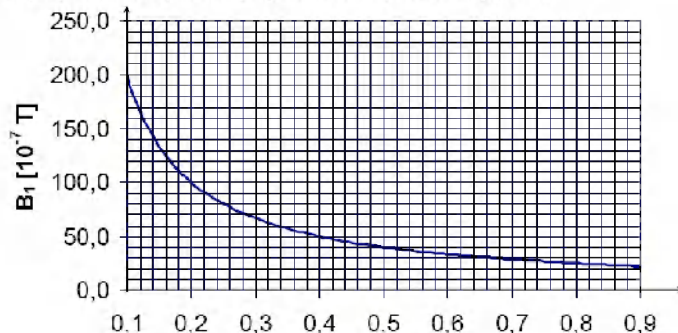
Zadanie 11 (3 pkt.)

W umieszczonym pionowo, bardzo długim przewodniku płynie w dół prąd o natężeniu 20 A. Określ wartość, kierunek i zwrot wektora indukcji pola magnetycznego w punkcie znajdującym się na połnoc od przewodnika 15 cm od niego.

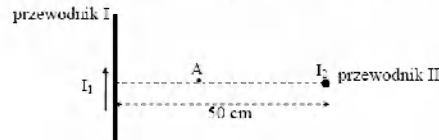
7.26

PRZEWODNIKI

Przez dwa prostoliniowe przewody umieszczone w próżni płynie prąd. Przewodniki te wytwarzają wokół siebie pole magnetyczne. Zależność wartości wektora indukcji magnetycznej od odległości od tych przewodników przedstawiają wykresy:



Przewodniki te umieszczono obok siebie w płaszczyznach wzajemnie prostopadłych, tak jak pokazano na rysunku. W przewodniku II prąd o natężeniu I_2 płynie przed płaszczyznę rysunku.



Zadanie 20 (2 pkt.)

Oblicz natężenie prądu płynącego w przewodniku I.

Zadanie 21 (4 pkt.)

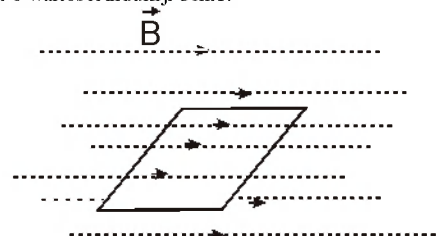
Oblicz wartość wektora indukcji magnetycznej w punkcie A, jeżeli punkt ten znajduje się w odległości 20 cm od przewodnika I.

Zadanie 22 (2 pkt.)

Oblicz wartość siły, którą przewód I działa na odcinek przewodnika II o długości 20 cm.

7.27

Kwadratową ramkę (rys.) o boku 0,1 m umieszczono w jednorodnym polu magnetycznym o wartości indukcji 30 mT.



Strumień pola magnetycznego przepływający przez ramkę ma wartość:

- 0 Wb;
- $1,25 \cdot 10^{-3}$ Wb;
- $2,13 \cdot 10^{-3}$ Wb;
- $2,5 \cdot 10^{-3}$ Wb.

7.28

Zadanie 14 (2 pkt)

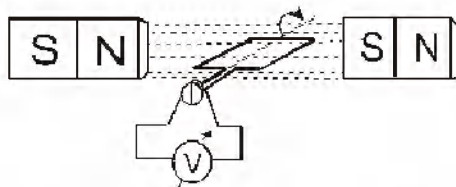
Kolejka dziecięca napędzana jest silniczkiem na prąd zmienny o napięciu 6 V. W gniazdku sieci elektrycznej napięcie wynosi 230 V. Do obniżenia napięcia chcemy wykorzystać transformator, którego uzwojenie pierwotne ma 460 zwojów.

Oblicz, ile zwojów powinno mieć uzwojenie wtórne transformatora.

7.29

Zadanie 13 (2 pkt)

Przeprowadzając doświadczenie, uczniowie jednostajnie obracali kwadratową ramkę w jednorodnym polu magnetycznym (rys.).



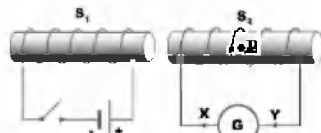
Podczas obrotu ramki wskazówka woltomierza podłączonego do jej końców wychyliła się.

Wyjaśnij, przyczynę wychylenia się wskazówki woltomierza.

7.30

Zadanie 16 (2 pkt)

Dwa solenoidy S_1 i S_2 zostały umieszczone blisko jeden drugiego, jak to przedstawia rysunek.

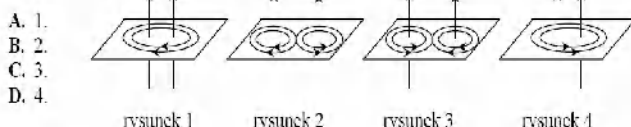


Jak płynie prąd przez galwanometr G (od X do Y, czy odwrotnie) i jak skierowane jest (w prawo czy w lewo) pole magnetyczne wytworzone przez ten prąd w punkcie P wewnątrz solenoidu S_2 tuż po zwarceniu solenoidu S_1 . Odpowiedź uzasadnij.

7.31

Zadanie 3. (1 pkt)

Linie pola magnetycznego wokół dwóch równoległych umieszczonych blisko siebie przewodników, przez które płyną prądy elektryczne o jednakowych natężeniach, tak jak pokazano poniżej, prawidłowo ilustruje rysunek

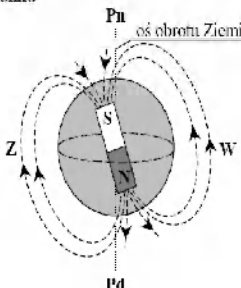


7.32

Zadanie 6. (1 pkt)

Wiązka dodatnio naładowanych cząstek pochodzenia kosmicznego dociera do Ziemi prostopadle do jej powierzchni w okolicach równika (rys.). W wyniku działania ziemskiego pola magnetycznego zostanie ona odchyłona w kierunku

- północnym.
- południowym.
- wschodnim.
- zachodnim.



Pole magnetyczne – zadania z arkusza II

7.33

Zadanie 26. Naładowana cząstka (9 punktów)

Naładowana cząstka, o określonej energii kinetycznej, poruszała się w polu magnetycznym po okręgu o promieniu $R = 2$ cm. Po przejściu przez płytkę ołowianą, cząstka dalej poruszała się w tym samym polu magnetycznym, po okręgu, o mniejszym promieniu $r = 1$ cm.

26.1 (4 punkty)

Oblicz względną zmianę energii kinetycznej cząstki po przejściu przez płytkę ołowianą, przy założeniu, że wartość jej prędkości jest znacznie mniejsza od prędkości światła.

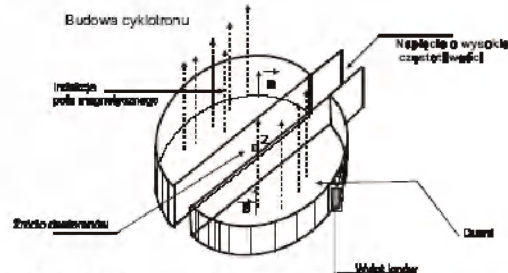
26.2 (5 punktów)

Oblicz wartość energii kinetycznej cząstki przed i po przejściu przez płytkę ołowianą. Przyjmij, że cząstką tą jest proton oraz, że wartość indukcji pola magnetycznego $B = 1$ T. Energię wyraż w eV.

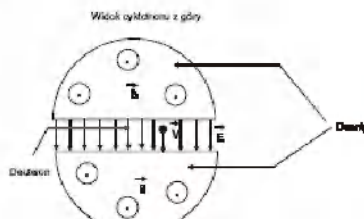
7.34

Zadanie 26. (cyklotron)

Na poniższym rysunku zamieszczono schemat wnętrza cyklotronu służącego do przyspieszania deuteronów (jąderek deuteru).



W cyklotronie jednorodne pola: elektryczne i magnetyczne są skierowane do siebie prostopadle.



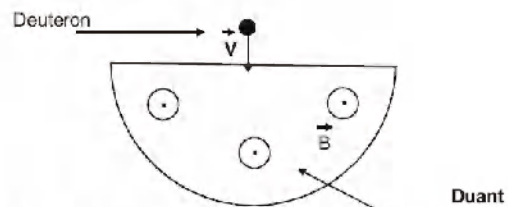
Zmieniające się pole elektryczne występuje jedynie pomiędzy duantami, a stałe pole magnetyczne - wewnątrz duantów. Masa deuteronu wynosi $m = 3,3 \cdot 10^{-27}$ kg, a ładunek $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Zadanie 26.1. (4 pkt)

Między duantami wytwarza się różnicę potencjałów $1,5 \cdot 10^5$ V. Deuteron wpada z duantu do pola elektrycznego równoległe do jego linii z prędkością 10^5 m/s. Oblicz wartość prędkości deuterona po przejściu przez pole elektryczne.

Zadanie 26.2. (1 pkt)

Narysuj na schemacie tor, po którym będzie poruszać się deuteron wewnątrz duantu.



Zadanie 26.3. (3 pkt)

Promień toru deuteronu poruszającego się z prędkością $1,82 \cdot 10^7$ m/s wewnątrz duantu wynosi 0,25 m. Oblicz wartość indukcji pola magnetycznego w cyklotronie.

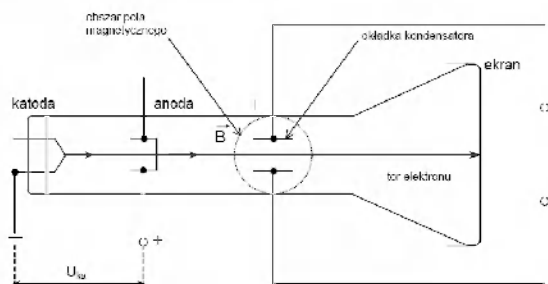
Zadanie 26.4. (4 pkt)

Maksymalna energia deuteronu przyspieszonego w cyklotronie wynosi 13 MeV. Oblicz pęd deuteronu wychodzącego z cyklotronu.

7.35

Zadanie 22. Oscyloskop (9 pkt)

W specjalnie zaprojektowanej lampie katodowej, służącej do wyznaczania stosunku ładunku do masy elektronu e/m , można równocześnie wytwarzać dwa pola: elektryczne i magnetyczne. Wartości natężenia pola elektrycznego i indukcji magnetycznej dobieramy tak, by torom elektronów wybiegających z katody była linia prosta (patrz rysunek).

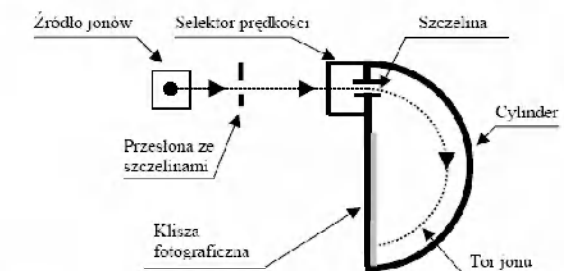


- Jak dobierzesz kierunek linii pola elektrycznego i magnetycznego? (1 pkt)
- Na przedstawionym w treści zadania schemacie lampy zaznacz kierunek i zwrot wektora indukcji magnetycznej oraz narysuj wektory sił działających na elektron w obszarze pola elektrycznego i magnetycznego. (3 pkt)
- Jaki warunek muszą spełniać wartości E i B, aby tor elektronu był linią prostą, przy danym B? (1 pkt)
- Jakie wielkości zmierzysz w doświadczeniu i z jakiej zależności skorzystasz, aby obliczyć natężenie pola elektrostatycznego? (1 pkt)
- Jakie wielkości zmierzysz w doświadczeniu i z jakiej zależności skorzystasz, aby obliczyć prędkość elektronu? (1 pkt)
- Jak, posługując się wyznaczonymi wyżej wielkościami, obliczysz e/m ? (2 pkt)

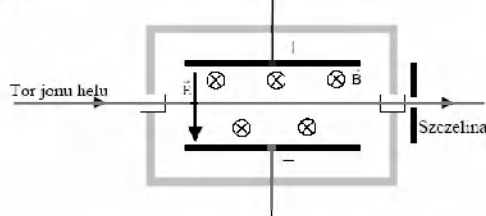
7.36

Zadanie 27. Spektrograf masowy (10 pkt)

Hel jest jednatomowym chemicznie nieaktywnym gazem. Znane są cztery izotopy helu: ^3He , ^4He , ^6He , ^8He . Dwa pierwsze występują w przyrodzie i są trwałe, pozostałe są niestabilne. Rozdzielenie izotopów helu i wyznaczanie ich mas odbywa się w spektrografie masowym, którego schemat budowy prezentowany jest na rysunku. Wewnątrz cylindra panuje stałe jednorodne pole magnetyczne, w którym jony izotopów helu poruszają się po okręgach i uderzają w kliszę fotograficzną, na której pozostawiają ślad.

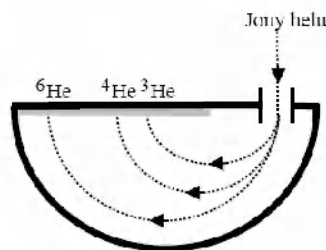


Wiązka jonów, zanim trafi do wnętrza cylindra, przechodzi przez urządzenie zwane selektorem prędkości (rys. poniżej), w którym istnieją prostopadłe do siebie pola elektryczne i magnetyczne. Natężenie tych pól dobiera się w taki sposób, aby tylko te jony helu, które poruszają się z określoną prędkością nie uległy odchyleniu i mogły przejść przez szczelinę do cylindra.



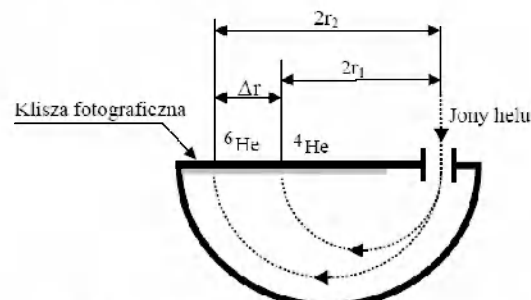
a) Wewnątrz selektora prędkości indukcja pola magnetycznego ma wartość $0,03 \text{ T}$. Wartość prędkości, z jaką poruszają się jony izotopów helu wynosi $1,2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego wytworzonego w selektorze (3 pkt)

Wpadająca do cylindra wiązka jonów izotopów helu ulega w nim rozdzieleniu na poszczególne grupy jonów o jednakowej masie. Wszystkie jony helu wpadające do cylindra spektrografu mają taki sam ładunek, zatem im większa jest ich masa, tym większy jest promień toru (rys.).



b) Napisz, czy energia jonów helu zmienia się podczas ich ruchu w cylindrze spektrografu. Krótko uzasadnij swoją odpowiedź. (2 pkt)

Aby wyznaczyć masę jonów, bada się położenie śladów, jakie powstają w miejscu ich padania na kliszę fotograficzną. Poniżej na rysunku zaznaczone są tory jonów izotopów helu: ^4He i ^6He w cylindrze spektrografu.



c) Oblicz masę izotopu helu ^6He wiedząc, że odległość między śladami na kliszy fotograficznej wynosiła $\Delta r = 0,79 \text{ m}$ przy indukcji pola magnetycznego wewnątrz cylindra równej 63 mT i prędkości jonów równej $1,2 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Masa jonu izotopu ^4He wynosi $6,65 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Ładunek jonów helu jest równy ładunkowi protonu. (5 pkt)

7.37

Zadanie 5. Naładowana cząstka w polu magnetycznym (12 pkt)

Naładowana cząstka porusza się w próżni z prędkością o stałej wartości w obszarze jednorodnego, stałego pola magnetycznego prostopadłe do linii tego pola.

5.1 (3 pkt)

Wykaż, że w opisanej powyżej sytuacji cząstka porusza się po okręgu o promieniu $R = \frac{mv}{qB}$, oraz że promień ten jest stały.

5.2 (2 pkt)

W rzeczywistości tory naładowanych cząstek poruszających się w jednorodnym, stałym polu magnetycznym (np. w cieczy w komorze pęcherzykowej) są najczęściej spiralne (promień krzywizny zmniejsza się patrz rys.). Wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje odpowiadając na odpowiednie zależności.



5.3 (3 pkt)

W pewnym eksperymencie w obszar jednorodnego pola magnetycznego wstrzeliwano z jednakowymi prędkościami cząstki α i β . Oszacuj stosunek promieni okręgów po jakich poruszają się cząstki wchodzące w skład tych wiązek, przyjmując, że masa protonu lub neutronu jest około 1800 razy większa od masy elektronu.

5.4 (2 pkt)

Cząstki α lub β powstają między innymi w wyniku samorzutnych rozpadów jąder atomowych. Napisz schemat rozpadu jądra $^2_{\alpha}\text{X}$, w wyniku którego powstaje cząstka α oraz schemat rozpadu w wyniku którego powstaje cząstka β .

5.5 (2 pkt)

Zapisz nazwy dwóch zasad zachowania, z których korzystamy przy zapisywaniu tych schematów.

7.38

Zjawisko Halla (dotyczy zadań 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28)

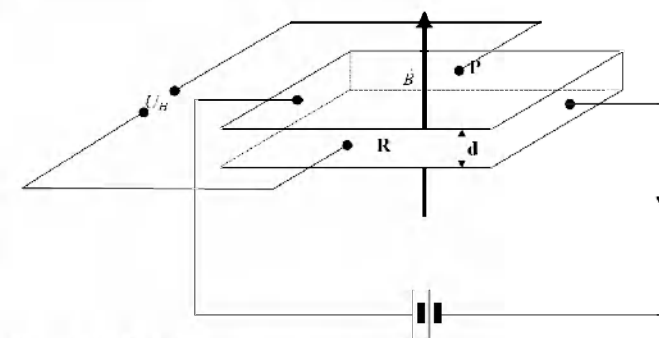
Jeżeli przez metalową płytkę o grubości d płynie prąd elektryczny o natężeniu I , a płyta znajduje się w polu magnetycznym o wartości indukcji B skierowanym prostopadłe do płytki (rysunek poniżej), to między brzożkami płytki (oznaczonymi literami P i R) powstaje napięcie U_H . Jego wartość można obliczyć, korzystając z wyrażenia:

$$U_H = A_H \cdot \frac{IB}{d}$$

gdzie A_H – stały współczynnik dla danego materiału (zwany stałą Halla).

Zjawisko to nosi nazwę zjawiska Halla i zostało odkryte przez amerykańskiego fizyka E.H. Halla w 1879 roku.

Rodzaj materiału, z którego wykonano płytkę	Wartość stałej Halla w $[A_H] = \frac{V \cdot m}{A \cdot T}$	Opór właściwy w $[\Omega m]$
Ag	$-8,9 \cdot 10^{-11}$	$1,61 \cdot 10^{-8}$
Au	$-7,1 \cdot 10^{-11}$	$2,23 \cdot 10^{-8}$
Cu	$-5,3 \cdot 10^{-11}$	$1,71 \cdot 10^{-8}$
Bi	$-5,0 \cdot 10^{-11}$	$1,20 \cdot 10^{-6}$



Zadanie 22 (3 pkt.)

Podaj przyczynę powstawania napięcia Halla U_H .

Zadanie 23 (2 pkt.)

Zaznacz na rysunku zamieszczonym na stronie 2 biegunowość napięcia Halla U_H , przyjmując, że nośnikami prądu są elektrony. Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 24 (3 pkt.)

Oblicz wartość napięcia Halla U_H dla płytki miedzianej o grubości 1 mm , umieszczonej w polu magnetycznym o wartości indukcji $1,5 \text{ T}$ (skierowanym prostopadłe do płytki), gdy przez płytkę płynie prąd elektryczny o natężeniu 400 A .

Zadanie 25 (3 pkt.)

Wyrażenie jednostkę stałej Halla w jednostkach podstawowych układu SI.

Zadanie 26 (3 pkt.)

Wyjaśnij jak można wykorzystać zjawisko Halla do pomiaru wartości indukcji magnetycznej.

Zadanie 27 (3 pkt.)

Woltomierz mierzący napięcie Halla U_H o oporze wewnętrznym $20 \text{ k}\Omega$ wskazuje napięcie $31,8 \mu\text{V}$. Oblicz natężenie prądu płynącego przez woltomierz.

Zadanie 28 (5 pkt.)

Oblicz wartość prędkości elektronów w środku płytki przyjmując, że napięcie Halla U_H wynosi $7 \cdot 10^{-5} \text{ V}$, a odległość pomiędzy punktami P i R wynosi 7 cm .

Pole magnetyczne – inne zadania

7.39

Zaznacz, na którym rysunku prawidłowo zaznaczono opisano bieguny pola magnetycznego:



7.40

Jeżeli dwa razy zwiększono natężenie prądu płynącego przez cewkę, skracając cztery razy jej długość przez gęstsze nawinięcie zwojów, to indukcja pola magnetycznego wewnątrz cewki:

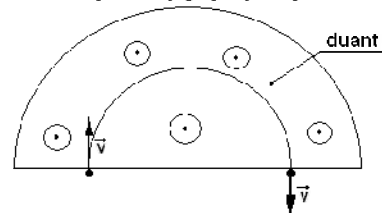
- A) wzrosła dwa razy, B) zmalała dwa razy,
C) wzrosła osiem razy, D) zmalała osiem razy.

7.41

W skierowanym poziomo, jednorodnym polu magnetycznym o indukcji magnetycznej 2 T zawieszono poziomo, na dwóch silonierzach przewodnik o masie $0,2\text{ kg}$ i długości 20 cm . Gdy do przewodnika za pomocą nieważkich przewodów doprowadzono prąd elektryczny wskazania silonierzy zmalały dwukrotnie. Oblicz wartość natężenia prądu przepływającego przez przewodnik. Na szkicu sytuacji zaznacz kierunki i zwroty pola magnetycznego, natężenia prądu i siły elektrodynamicznej.

7.42

Cyklotron jest urządzeniem służącym do przyspieszania cząstek obdarzonych ładunkiem. Deuteron przyspieszony w polu elektrycznym wpada do wnętrza duantu gdzie w polu magnetycznym o indukcji $0,25\text{ T}$ zatacza półokrąg o promieniu $0,3\text{ m}$. Ładunek deuteronu wynosi $1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$. Oblicz zmianę pędu deuteronu podczas jego przejścia przez duant.



7.43

Elektrony w lampie kineskopowej uzyskują energię $W = 10\text{ keV}$. Lampa jest ustawiona tak, że elektrony poruszają się z południa na północ. Składowa pionowa ziemskiego pola magnetycznego wynosi $B = 5,5 \cdot 10^{-5}\text{ T}$. Oblicz odchylenie wiązki po przebyciu w kierunku północ-południe odległości $l = 20\text{ cm}$.

7.44

Elektron początkowo nieruchomy w jednorodnym polu elektrycznym uzyskał po czasie 10^{-8} s prędkość $1,6 \cdot 10^7\text{ m/s}$. Z tą prędkością elektron wleciał w obszar jednorodnego pola magnetycznego o indukcji 10^{-4} T prostopadle do linii tego pola.

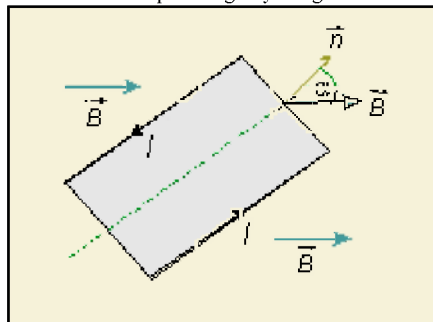
a) Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego przyspieszającego elektron.

b) Czy proton przyspieszony do tej samej wartości energii, co elektron, posiadałby wartość pędu równą pędowi elektronu? Podaj szczegółowe uzasadnienie swojej odpowiedzi.

c) W polu magnetycznym elektron porusza się po okręgu. Oblicz strumień pola magnetycznego przenikającego przez powierzchnię ograniczoną torem ruchu elektronu.

7.45

Na rysunku przedstawiona jest prostokątna ramka o powierzchni $S = 16\text{ cm}^2$, która może się obracać dookoła osi poziomej w polu magnetycznym o indukcji $B = 0,2\text{ T}$. Na ramkę nawinięto $n = 100$ zwojów, przez które płynie prąd $I = 10\text{ A}$. Wyznacz moment sił działający na ramkę w chwili, gdy normalna do jej powierzchni tworzy kąt $\alpha = 30^\circ$ z kierunkiem pola magnetycznego.

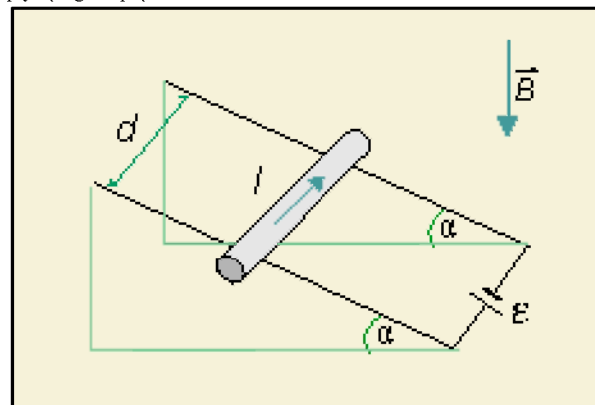


7.46

Na dwóch równoległych poziomych szynach oddległych od siebie o $d = 1,5\text{ m}$ położono przewodzący pręt o masie $m = 0,5\text{ kg}$. Wektor indukcji pola magnetycznego $B = 0,1\text{ T}$ ma kierunek pionowy. Szyny na jednym końcu zasilane są prądem. Aby utrzymać pręt w spoczynku, trzeba działać na niego siłą poziomą $F = 10\text{ N}$. Współczynnik tarcia pręta o szyny wynosi $f = 0,02$. Oblicz natężenie prądu płynącego w pręcie.

7.47

Na dwóch równoległych szynach oddległych od siebie o d i nachylonych pod kątem α do poziomu leży nieruchomy pręt o masie m . Wektor indukcji pola magnetycznego B ma kierunek i zwrot zgodny z wektorem natężenia pola grawitacyjnego (rysunek). Szyny na jednym końcu zasilane są prądem. Współczynnik tarcia pręta o szyny wynosi f . Oblicz natężenie prądu płynącego w pręcie.



7.48

Drut o średnicy $0,8\text{ mm}$ nawinięto ściśle na walec i przez powstałą zwojnicę przepuszczono prąd o natężeniu $0,5\text{ A}$. Oblicz wartość indukcji magnetycznej wewnątrz zwojnicy.

7.49

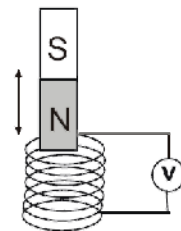
Dwa bardzo długie, równoległe przewodniki oddalone są od siebie o 30 cm . Prądy płyną w tą samą stronę i natężenie w obu przewodach wynosi 400 mA . Wyznacz wartość, kierunek i zwrot (sporządź rysunek) wektora indukcji pola magnetycznego w punkcie oddalonym o 10 cm od jednego przewodnika i 20 cm od drugiego przewodnika.

7.50

Oblicz ładunek cząstki, która porusza się w polu magnetycznym o indukcji $0,3\text{ T}$ po okręgu o promieniu 4 cm z prędkością 10^6 m/s ? Energia kinetyczna tej cząstki jest równa 12 keV .

7.51

Uczeń wsuwał magnes do zwojnicy i wysuwał go, w wyniku czego w zwojnicy powstał prąd indukcyjny. Czy magnes podczas takiego ruchu jest przez zwojnicę przyciągany, czy odpychany? Odpowiedź uzasadnij.



7.52

W prostokątnej ramce o wymiarach 10 m na 20 m płynie prąd o natężeniu 4 A . Oblicz wartość wektora indukcji magnetycznej w środku ramki. Wskazówka: Potraktuj ramkę jako cztery osobne przewody.

7.53

Dwie cząstki poruszały się równolegle z taką samą prędkością.

Nagle wpadły w jednorodne pole magnetyczne, a ich tory ruchu zostały zakrzywione, tak jak pokazuje rysunek.

Co możesz powiedzieć o masach i ładunkach cząstek? Odpowiedź uzasadnij korzystając z odpowiedniej zależności.



7.54

Oblicz wartość natężenia prądu, który powinien płynąć przez tę zwojnicę, gdyby miała ona długość 1 m i składała się ze 100 zwojów, a indukcja pola magnetycznego wytworzonego przez zwojnicę miała wartość $0,01\text{ T}$.

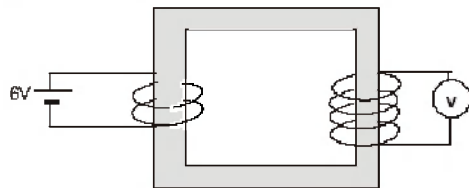
8. Indukcja elektromagnetyczna.

Prąd przemienny – zadania z arkusza I

8.1

Zadanie 5. (1 pkt)

Źródło prądu stałego, transformator i woltomierz połączono ze sobą tak, jak przedstawiono to na poniższym schemacie.



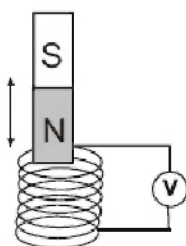
Woltomierz umieszczony w obwodzie wtórnym transformatora wskazuje wartość napięcia równą:

- A. 0 V; C. 6 V;
B. 4 V; D. 12 V.

8.2

Zadanie 20. (3 pkt)

Uczeń wsuwał magnes do zwojnicy i wysuwał go, w wyniku czego w zwojnicy powstawał prąd indukcyjny.

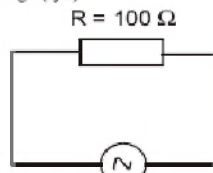


Czy magnes podczas takiego ruchu jest przez zwojnicę przyciągany, czy odpychany? Uzasadnij odpowiedź.

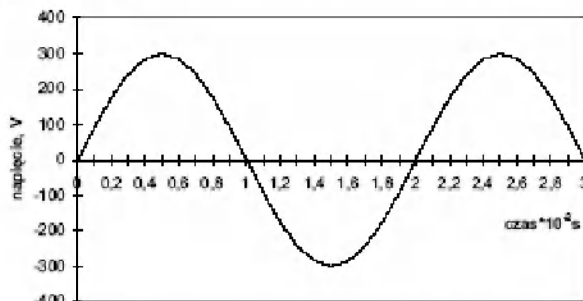
8.3

Zadanie 21. (3 pkt)

Obwód prądu elektrycznego (rys.)



zasilany jest prądem zmiennym, którego zależność napięcia od czasu przedstawiona jest na wykresie:



Oblicz skuteczną wartość natężenia prądu elektrycznego w tym obwodzie.

8.4

Zadanie 6. (1 pkt)

Transformatory mają powszechne zastosowanie w technice. Jedne wykorzystywane są w zasilaczach sieciowych radioodbiorników, dostosowując napięcie z sieci do napięcia np. 9 V. Inne, stosowane np. w zasilaczach lamp kineskopowych telewizorów, muszą dostosować napięcie sieciowe o wartości skutecznej 220 V do bardzo wysokiego napięcia 25000 V. Zakładając, że przekładnia transformatora określona jest jako iloraz liczby zwojów w uzwojeniu wtórnym do liczby zwojów w uzwojeniu pierwotnym, możemy powiedzieć, że przekładnia transformatora stosowanego w zasilaczu lampy kineskopowej wynosi:

- A. około 0,0004 B. około 0,009 C. około 113,6 D. około 2778

8.5

Zadanie 7. (1 pkt)

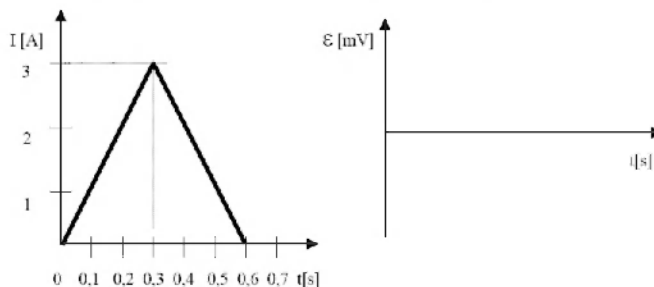
Kwadratowa ramka o boku 0,1 m ustawiona prostopadle do linii jednorodnego pola magnetycznego o indukcji 0,03 T została usunięta z pola ruchem jednostajnym w czasie 0,3 s. Bezwzględna wartość siły elektromotorycznej wyindukowanej w ramce wyniosła:

- A. 0,09 V B. 0,01 V C. 0,009 V D. 0,001 V

8.6

Zadanie 16. (3 pkt)

Przez cewkę o współczynniku samoindukcji $L = 2 \text{ mH}$ przepływa prąd, którego wykres w funkcji czasu przedstawiono na rysunku. Oblicz wartość indukowanej siły elektromotorycznej i narysuj wykres zależności siły elektromotorycznej samoindukcji w funkcji czasu.



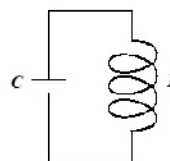
Indukcja elektromagnetyczna.

Prąd przemienny – zadania z arkusza II

8.7

Zadanie 29. Obwód elektryczny (9 pkt)

Obwód drgający, będący częścią odbiornika fal elektromagnetycznych, przedstawiono na rysunku. Obwód ten zawiera kondensator o pojemności $10 \mu\text{F}$ i zwojnicę.



Gdy na okładkę kondensatora doprowadzono ładunek $q_0 = 200 \mu\text{C}$, w obwodzie pojawiły się drgania elektromagnetyczne opisane wzorem

$$q = q_0 \cos \omega t$$

o okresie równym $12,56 \cdot 10^{-6} \text{ s}$. Opory rzeczywiste w tym obwodzie są tak małe, że je pomijamy.

29.1 (3 pkt)

Opisz odpowiednim wzorem zależność napięcia na okładkach kondensatora od czasu. Pewne wielkości w tym wzorze nie zależą od czasu. Oblicz ich wartości. Przyjmij $\pi = 3,14$.

29.2 (2 pkt)

Opisz krótko proces przemian energii podczas drgań elektromagnetycznych w tym obwodzie.

29.3 (2 pkt)

Zapisz, jak zmieniłyby się długość odbieranych fal elektromagnetycznych przez odbiornik, gdyby do kondensatora wsunęto dielektryk o stałej dielektrycznej ϵ_r . Odpowiedź uzasadnij.

29.4 (2 pkt)

Obwód drgający II, znajdujący się w stacji nadawczej (rys.) zawiera dwa kondensatory o takiej samej pojemności, jak kondensator rozważany w zadaniu w obwodzie I, oraz zwojnicę o dwukrotnie mniejszej indukcji.

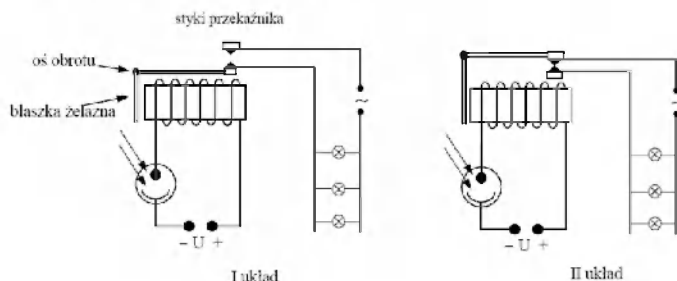


Zapisz, czy odbiornik fal elektromagnetycznych, w którym znajduje się obwód I, będzie w rezonansie z nadajnikiem zawierającym obwód II? Uzasadnij swoją odpowiedź.

8.8

Zadanie 26. (11 pkt) FOTOKOMÓRKA

Po lekcji o budowie i zasadzie działania fotokomórki nauczyciel fizyki polecił uczniom zaprojektowanie układu, który włączyłby oświetlenie, kiedy zapada zmrok i wyłączył, kiedy zaczyna się dzień. Adam zaprojektował I układ, a Alek II układ. Poniższy rysunek przedstawia oba układy. Opis przy układzie I dotyczy także układu II.



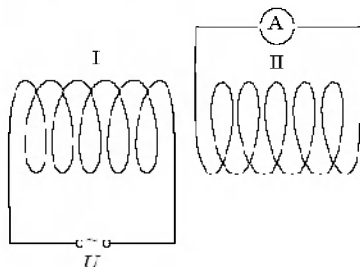
- a) (4 pkt) Napisz, który z układów działa zgodnie z założeniami. Opisz działanie obu układów, gdy światło świeci na fotokomórkę i gdy przestaje świecić.
- b) (3 pkt) Katoda fotokomórki pokryta jest cezem, dla którego praca wyjścia elektronu wynosi 2 eV. Wykaż, że światło o długości fali $\lambda < 600$ nm (a więc światło widzialne) spowoduje działanie takiej fotokomórki.
- c) (2 pkt) Napięcie w obwodzie z żarówkami ma wartość skuteczną równą 230 V. Oblicz maksymalną wartość napięcia między zaciskami żarówek.
- d) (2 pkt) W obwodzie włączono 3 żarówki o mocy 100 W każda. Oblicz skuteczne natężenie prądu płynącego między stykami przekaznika.

8.9

Zadanie 27. Transformator (10 pkt)

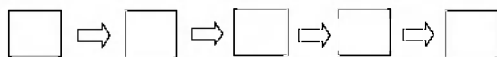
27.1 (2 pkt)

Podczas wykonywania doświadczenia w szkole uczniowie stwierdzili, że w czasie przepływu prądu przemiennego w cewce (zwojnicy) pierwszej (I) dołączonej do źródła napięcia przemiennego o wartości skutecznej $U = 9$ V, w amperomierzu dołączonym do drugiej cewki (II) płynie prąd.



- a) Podaj i zapisz nazwę zjawiska, które powoduje przepływ prądu elektrycznego w drugim obwodzie. (1 pkt)
- b) Poniżej wymieniono zjawiska (oznaczone literami od A do E), zachodzące w układzie przedstawionym na rysunku. Wpisz je do diagramu we właściwej kolejności (w pola wpisz litery odpowiadające zjawiskom). (1 pkt)

- A. wytworzenie zmiennego pola magnetycznego,
B. przepływ prądu przez amperomierz,
C. przepływ prądu przez cewkę I,
D. wytworzenie zmiennego strumienia pola magnetycznego,
E. wytworzenie siły elektromotorycznej indukcji w obwodzie drugim.



27.2 (2 pkt)

Uczniowie mieli do dyspozycji jednakowej wielkości rdzenie (w kształcie walca, o wymiarach zbliżonych do wymiarów zwojnicy) wykonane z aluminium, żelaza i miedzi. Zapisz, który z tych rdzeni po wsunieniu do wnętrza obu cewek jest w stanie, w znaczący sposób, zmienić natężenie prądu płynącego przez amperomierz. Podaj nazwę własności magnetycznych materiału, z którego wykonany jest ten rdzeń.

27.3 (2 pkt)

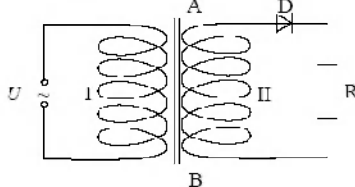
Końce cewki (II) zostały rozwarte. Napisz, jaką liczbę zwojów powinna mieć cewka (II) w porównaniu z liczbą zwojów jaką posiada cewka (I), aby wartość napięcia na końcach cewki II była większa od wartości napięcia na końcach cewki I. Odpowiedź uzasadnij.

27.4 (2 pkt)

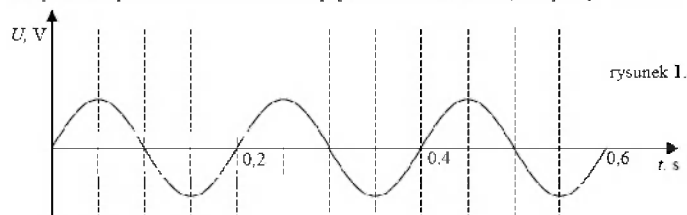
Uczniowie pierwszą cewkę podłączyli do baterii o napięciu $U = 4.5$ V. Napisz, co zauważa uczniowie obserwując amperomierz dołączony do drugiej cewki. Odpowiedź uzasadnij.

Zad. 27.5 (2 pkt)

Z dwóch cewek i odpowiednio dobranego rdzenia zbudowano transformator. Cewkę pierwszą podłączono do źródła napięcia przemiennego. Do cewki drugiej podłączono diodę D i opornik R (rys.)



Na rysunku 1. przedstawiono zależność napięcia na końcach cewki (uzwojenia) II od czasu.



rysunek 1.



rysunek 2

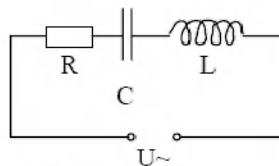
- a) Na rysunku 2. naskicuj (bez zaznaczania wartości liczbowych) zależność natężenia prądu płynącego przez opornik R od czasu. (1 pkt)

- b) Ustal i napisz, który z końców cewki A czy B ma wyższy potencjał podczas przepływu prądu przez opornik. (1 pkt)

8.10

Zadanie 28. Obwód RLC (12 punktów)

Cewkę o indukcyjności L, kondensator o pojemności C i opornik o oporze R, połączono szeregowo ze źródłem napięcia przemiennego U, jak na rysunku.



28.1 (8 punktów)

Narysuj wykresy wektorowe (wskazowe) dla wszystkich przypadków, podanych w tabeli 28.2.

28.2 (1 punkt)

Uzupełnij poniższą tabelę:

	U_R [V]	U_L [V]	U_C [V]	U [V]
a	10	20	10	
b		110	150	50
c	50	10		50
d	0		15	30

28.3 (3 punkty)

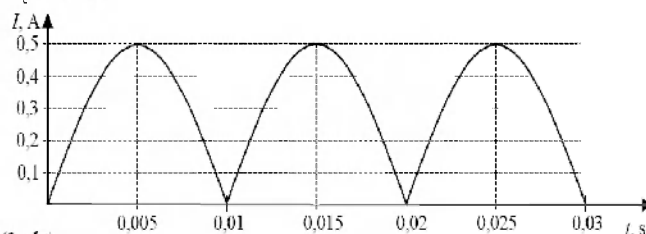
Oblicz, jaką pojemność powinien mieć kondensator w obwodzie, aby przy indukcyjności $L = 250$ μ H obwód można było nastroić na częstotliwość 500 Hz. (Przyjmij, że $R = 0$).

8.11

Zadanie 2. Prąd zmienny (12 pkt)

Do źródła prądu przemiennego poprzez układ prostowniczy dołączono żarówkę, w której zastosowano włókno wolframowe. Opór żarówki podczas jej świecenia wynosił 100 Ω .

Na wykresie poniżej przedstawiono zależność natężenia prądu elektrycznego płynącego przez żarówkę od czasu.



2.1 (2 pkt)

Podaj, jaką wartość oporu (większą, czy mniejszą niż 100 Ω) miało włókno żarówki przed dołączeniem jej do źródła prądu. Odpowiedź uzasadnij.

2.2 (2 pkt)

Określ, analizując wykres, częstotliwość zmian napięcia źródła prądu przemiennego zasilającego układ prostowniczy.

2.3 (2 pkt)

Oblicz wartość ładunku elektrycznego, jaki przepłynął przez żarówkę w czasie 0.02 s.

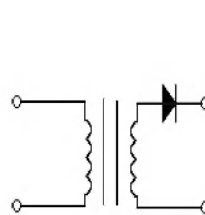
2.4 (4 pkt)

Naskicuj wykres ilustrujący zależność napięcia na żarówce od czasu. Na wykresie zaznacz odpowiednie wartości. Wykres sporządź dla przedziału czasu $[0 \text{ s} - 0.03 \text{ s}]$. Dokonaj niezbędnych obliczeń. Indukcyjność obwodu pomij.

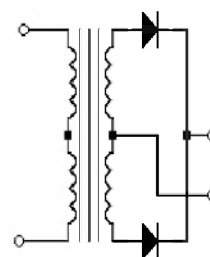
2.5 (2 pkt)

Na rysunkach poniżej przedstawiono schematy dwóch układów zasilających, w których zastosowano diody prostownicze.

Wskaż, który z układów A czy B zastosowano w sytuacji opisanej w zadaniu. Oznacz na wybranym przez Ciebie układzie znakami +, - oraz ~ prawidłową biegunowość czterech zacisków układu zasilającego.



Układ A



Układ B

Indukcja elektromagnetyczna.

Prąd przemienny – inne zadania

8.12

Oblicz wartość strumienia wektora indukcji pola magnetycznego, którego wartość $B=0,01\text{T}$, przenikającego przez powierzchnię $S=10\text{cm}^2$, ustawioną:

- prostopadle do linii pola
- równolegle do linii pola
- tak, że kierunek wektora B tworzy kąt 60° z normalną do powierzchni

8.13

Ramka o powierzchni $S=0,2\text{m}^2$ umieszczona jest w polu o wartości wektora indukcji magnetycznej $B=0,003\text{T}$. Prosta prostopadła do powierzchni ramki tworzy z liniami pola magnetycznego kąt 30° . Strumień wektora indukcji zmienia się na skutek obrotu ramki o kąt 15° . Oblicz zmianę strumienia, wiedząc, że obrót powoduje zwiększenie kąta.

8.14

Obwód kołowy o średnicy $d=8\text{cm}$ znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym $0,1\text{T}$ i jest ustawiony prostopadle do linii sił. Obwód połączony jest z galvanometrem balistycznym. Obliczyć ładunek, który popłynie w galvanometrze, jeżeli obwód zostanie wyciągnięty z pola magnetycznego. Opór obwodu z galvanometrem wynosi $R=2\Omega$.

8.15

W dławiku o samoindukcji $L=10\text{H}$ płynie prąd o natężeniu $I=5\text{mA}$. Prąd ten został wyłączony. Wyłączenie trwało przez $t=0,01\text{s}$. Obliczyć siłę elektromotoryczną powstałą w dławiku podczas tego wyłączenia.

8.16

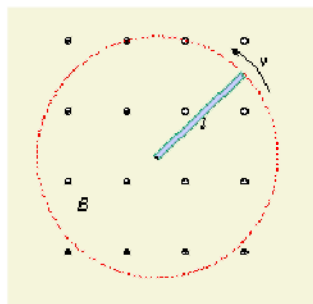
W cewce o samoindukcji $L=0,2\text{H}$ natężenie prądu w czasie $t=0,01\text{s}$ spada równomiernie od $I_1=720\text{mA}$ do $I_2=170\text{mA}$. Jaka siła elektromotoryczna indukcji powstała w czasie wyłączenia prądu w tej cewce?

8.17

Cewka o promieniu 10cm ma 500 zwojów. Cewka znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym prostopadłym do jej powierzchni. W ciągu czasu $0,3\text{s}$ indukcja pola wzrosła od 1T do $1,5\text{T}$. Obliczyć wzbudzoną w tej cewce średnią siłę elektromotoryczną indukcji.

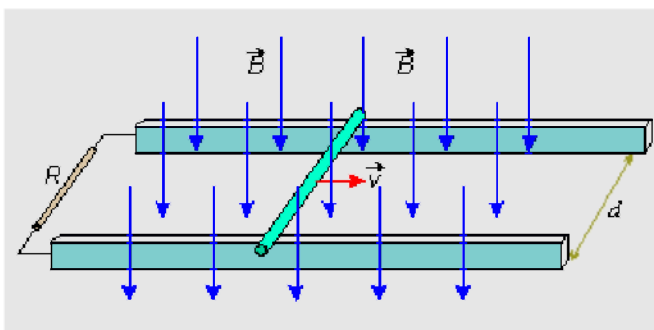
8.18

8. Metalowy pręt o długości $l=1\text{m}$ wiruje ze stałą częstością $n=10\text{s}^{-1}$ w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $B=0,1\text{T}$. Jak duża SEM indukcji pojawi się w pręcie?



8.19

Pręt metalowy położono na dwóch równoległych poziomych szynach odległych od siebie o d . Szyny znajdują się w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B skierowanej pionowo. Szyny są połączone jednym końcem oporem R . Jaką siłą należy działać na pręt, aby poruszał się ruchem jednostajnym z określoną prędkością v ? Zaniedbaj tarcie i opór elektryczny szyn i pręta.



8.20

Jaka różnica potencjałów wytworzy się na końcach skrzydeł samolotu lecącego poziomo z prędkością $v=900\text{km/h}$? Składowa pionowa wektora natężenia pola magnetycznego Ziemi wynosi $H=159,2\text{A/m}$. Rozpiętość skrzydeł wynosi 15m .

8.21

Chwilową wartość napięcia prądu zmiennego odpowiadającego fazie $\omega t=\pi/6$ wynosi 155V . Obliczyć amplitudę.

8.22

Określić maksymalny strumień magnetycznej przenikający ramkę, która wiruje w jednorodnym polu magnetycznym i wykonuje $n=10$ obrotów/s, jeżeli wiadomo, że max wartość siły elektromotorycznej indukcji w ramce wynosi 2V ?

8.23

Ile obrotów wykonuje ramka w jednostce czasu w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji $B=0,5\text{T}$, jeżeli amplituda wzbudzonej w ramce siły elektromotorycznej indukcji jest równa $E_0=10\text{V}$, liczba zwojów w ramce $N=20$, a powierzchnia objęta przez ramką $S=20\text{cm}^2$?

8.24

Napięcie na oporze R zmienia się według funkcji $U=U_0\sin(\omega t+\pi/6)$. W chwili t jest równe $T/12$, napięcie $U=10\text{V}$. Obliczyć wartość: U_0 , ω i ν dla $T=10^{-2}\text{s}$.

8.25

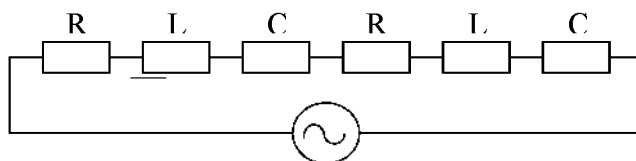
W obwodzie RLC (elementy połączone szeregowo) wartości elementów wynoszą: $R=120\Omega$, $L=600\text{mH}$, $C=200\mu\text{F}$. Przyłożono do niego SEM o amplitudzie $\varepsilon_0=300\text{V}$. Dla jakiej częstości ω przyłożonego napięcia wystąpi w układzie rezonans? Jakie będzie wówczas natężenie skuteczne prądu I_{eff} ?

8.26

Obwód drgający składa się z $C_1=10^{-4}\text{F}$ oraz cewki o pewnej indukcyjności. W obwodzie tym zachodzą drgania o częstotliwości $f_1=2\text{kHz}$. Jaki kondensator należy włączyć dodatkowo do tego obwodu, aby częstotliwość drgań rezonansowych była $f_2=1\text{kHz}$?

8.27

Dwa obwody RLC o wartościach elementów: R_1, C_1 i L_1 oraz R_2, C_2 i L_2 połączono szeregowo. Policz zawadę układu i częstość, dla której nastąpi rezonans.



8.28

Fale średnie w odbiorniku radiowym przypadają na zakres częstotliwości $540\text{--}1600\text{kHz}$. Strojenie odbiornika do odpowiedniej częstotliwości (i długości fali) uzyskuje się za pomocą zmiany pojemności kondensatora obwodu LC. Oblicz, w jakim zakresie powinna zmieniać się pojemność kondensatora, jeżeli indukcyjność wynosi $L=2\text{mH}$.

8.29

Masz do dyspozycji następujące pomoce:

- miękki przewodnik prostoliniowy o długości $0,5\text{m}$
- magnes sztabkowy
- baterię 6V
- czuły mikroamperomierz

- Opisz trzy sposoby wzbudzenia prądu indukcyjnego za pomocą wymienionych pomocy
- Wymień dwa warunki, które muszą być spełnione, aby w obwodzie wzbudził się prąd indukcyjny.

8.30

Sieć elektryczna o napięciu 10kV dostarcza do stacji transformatorowej prąd o natężeniu $0,1\text{A}$. Mieszkania zasilane są ze stacji napięciem 230V .

- Oblicz przekładnię transformatora
- Oblicz natężenie prądu płynącego ze stacji transformatorowej zakładając, że sprawność transformatora wynosi 100% .

8.31

Prosta prądnicą prądu przemiennego składa się ze zwojnicy mającej swobodę obrotu oraz elektromagnesu zasilanego prądem stałym. Zwojnica może być obracana za pomocą korbki w jednorodnym polu magnetycznym wytworzonym przez elektromagnes. Dane techniczne:

- wartość indukcji pola magnetycznego wytwarzanego przez elektromagnes $0,1\text{T}$
- promień przekroju poprzecznego zwojnicy 10cm
- długość zwojnicy 10cm
- wartość prędkości kątowej korby 100rad/s

liczba zwojów – 100

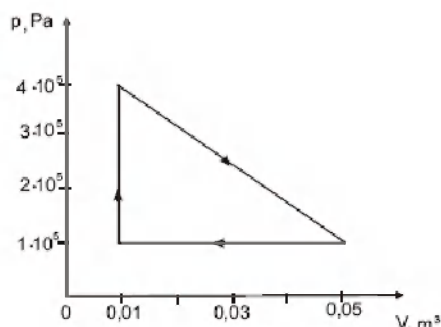
- Wymień wielkości fizyczne opisujące generowany prąd, które ulegną zmianie, jeżeli zwiększymy szybkość obrotu korby. Napisz, jakiej zmianie ulegną te wielkości fizyczne.
- Oblicz maksymalne napięcie generowane przez tę zwojnicę.
- Oblicz indukcyjność opisanej zwojnicy zakładając, że w jej wnętrzu znajduje się substancja o względnej przenikalności magnetycznej równej 10 .

9. Termodynamika – zadania z arkusza I

9.1

Zadanie 6. (1 pkt)

Na rysunku w układzie współrzędnych $p(V)$ przedstawiono cykl pracy silnika cieplnego.



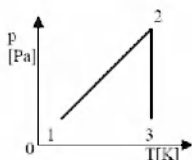
Silnik ten podczas jednego cyklu pobiera ze źródła 16 kJ ciepła. Sprawność tego silnika wynosi:

- A. 25%;
- B. 37,5%;
- C. 50%;
- D. 62,5%.

9.2

Zadanie 3. (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność ciśnienia gazu doskonałego od temperatury bezwzględnej. Na wykresie przedstawiono przemiany:



- A. 1-2 izotermiczna i 2-3 izobaryczna.
- B. 1-2 izochoryczna i 2-3 izotermiczna.
- C. 1-2 izobaryczna i 2-3 izotermiczna.
- D. 1-2 izochoryczna i 2-3 izobaryczna.

9.3

Zadanie 4. (1 pkt)

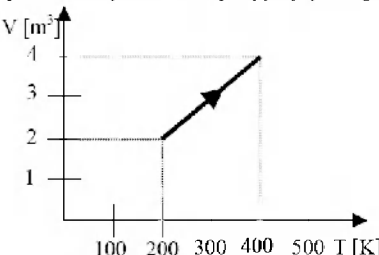
Silnik cieplny, który pobrał dwa razy więcej energii cieplnej niż oddał do chłodziwy, ma sprawność:

- A. 25%,
- B. 50%,
- C. 60%,
- D. 75%.

9.4

Zadanie 14. (3 pkt)

Zależność objętości od temperatury bezwzględnej w przemianie izobarycznej gazu doskonałego pokazano na wykresie. Oblicz pracę, jaką wykonał gaz w ilości 100 moli w tej przemianie.



9.5

Zadanie 18. (3 pkt)

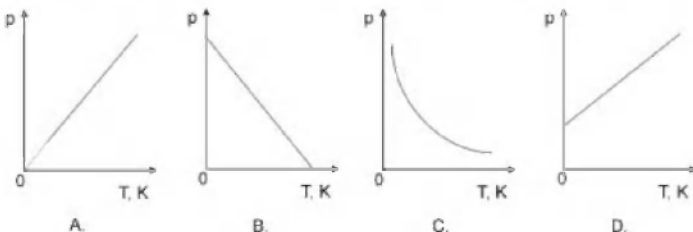
Aby zagotować (doprowadzić do temperatury 100°C) 2 kg wody o temperaturze początkowej 20°C użyto grzałki elektrycznej o efektywnym oporze pracy 35 Ω. Po 5 min zasilania grzałki ze źródła prądu przemiennego woda zaczęła wrzeć. Oblicz wartość skuteczną natężenia prądu płynącego przez grzałkę. Sprawność procesu podgrzewania wynosi 75 %. Wartość ciepła właściwego wody

$$c_w = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}.$$

9.6

Zadanie 8. (1 pkt)

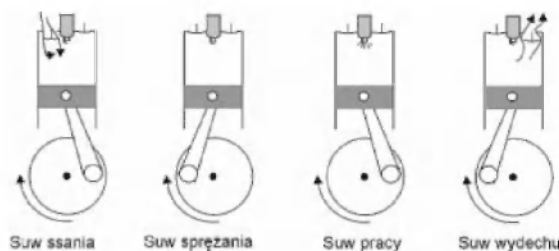
Gaz doskonały poddano przemianie, podczas której jego objętość i masa pozostawały stałe. Wskaż, który z wykresów prawidłowo przedstawia zależność zmian ciśnienia od temperatury podczas przemiany



9.7

Zadanie 17. (2 pkt)

Na rysunku przedstawiony jest model budowy silnika czterosuwowego w poszczególnych etapach jego działania.



W tabeli, na następnej stronie, wypisano rodzaj zmiany ciśnienia i objętości gazu w cylindrze silnika dla poszczególnych suwów. Uzupełnij w tabeli brakujące słowa (nie zmienia się, rośnie, maleje) określające zmianę parametrów gazu

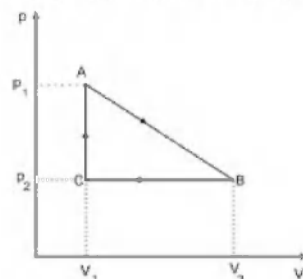
SUW	CIŚNIENIE	OBJĘTOŚĆ
Ssanie		rośnie
Sprężanie	rośnie	
Praca		rośnie
Wydech	nie zmienia się	

9.8

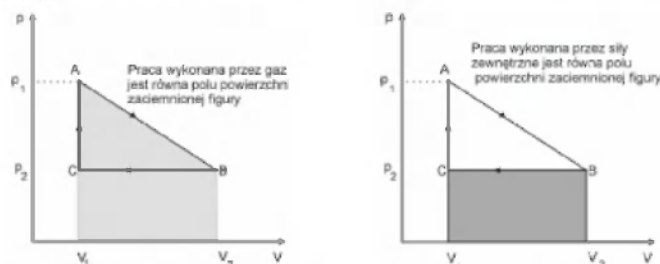
Zadanie 19. (3 pkt)

Przeczytaj poniżej zamieszczony tekst.

Na rysunku zaprezentowano cykl pracy pewnego silnika cieplnego.

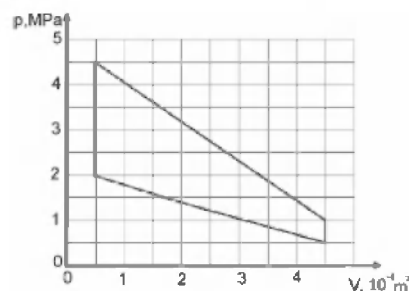


Wycenienie sprawności takiego silnika wiąże się z wcześniejszym obliczeniem pracy użytecznej wykonanej przez gaz w czasie jednego cyklu przy wykorzystaniu wykresu zależności $p(V)$. Wykonana praca nad gazem lub przez gaz jest równa polu powierzchni figur zakreślonych na rysunkach.



Praca użyteczna jest równa różnicy pracy wykonanej przez gaz i pracy wykonanej przez siły zewnętrzne.

Wykorzystaj zamieszczone powyżej informacje i oblicz pracę użyteczną wykonaną przez gaz w czasie jednego cyklu oraz sprawność silnika spalinowego, którego uproszczony cykl pracy przedstawiono na wykresie.



Podczas jednego cyklu pracy silnik pobiera 1200 J ciepła.

9.9

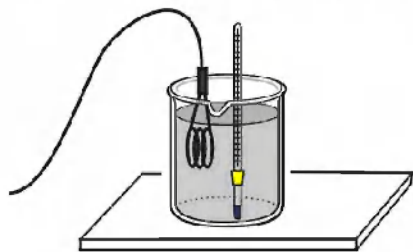
Zadanie 16. Silnik (3 pkt)

Silnik cieplny, wykonując pracę 2,5 kJ, przekazał do chłodziwy 7,5 kJ ciepła. Oblicz sprawność tego silnika.

9.10

Zadanie 21. (2 pkt)

Do wody znajdującej się w zlewce włożono grzałkę elektryczną i termometr (rys.).



Po kilku minutach od momentu podłączenia grzałki do źródła prądu elektrycznego woda w warstwie powierzchniowej zaczęła wrzeć, gdy w tym samym momencie termometr mierzący temperaturę wody przy dnie zlewki wskazywał jedynie 30°C. Wyjaśnij, dlaczego występuje tak duża różnica temperatur.

9.11

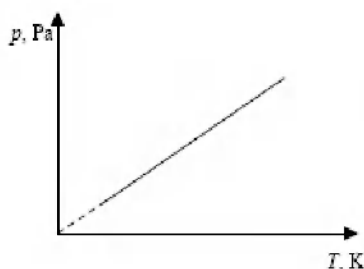
Zadanie 26. (2 pkt)

Celem uczniów było doświadczalne sprawdzenie, który z metali: żelazo czy aluminium jest lepszym przewodnikiem ciepła. Uczniowie dysponowali następującymi przyrządami: prętami o jednakowym przekroju i długości z aluminium i żelaza, do których przyklepiono za pomocą parafiny spinacze biurkowe w jednakowych odległościach. Mieli również do dyspozycji palnik gazowy, statyw, zapalki oraz stoper. Zapisz w punktach czynności wykonywane przez uczniów podczas doświadczenia.

9.12

Zadanie 5. (1 pkt)

Wykres przedstawia przemianę gazu doskonałego. Jest to przemiana

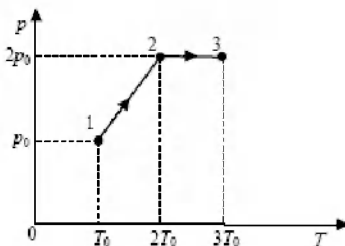


- A. izotermiczna.
- B. izochoryczna.
- C. izobaryczna.
- D. adiabatyczna.

9.13

Zadanie 15. Gaz (2 pkt)

Wykres przedstawia zależność ciśnienia od temperatury stałej masy gazu doskonałego. Objętość tego gazu w stanie (1.) wynosi V_0 . Oblicz, ile wynosi objętość V_3 w stanie (3.).



9.14

Zadanie 16. Pocisk (4 pkt)

Stalowy pocisk, lecący z prędkością o wartości 300 m/s wbił się w hałdę piasku i ugrzązł w niej.

16.1 (3 pkt)

Oblicz maksymalny przyrost temperatury pocisku, jaki wystąpi w sytuacji opisanej w zadaniu przyjmując, że połowa energii kinetycznej pocisku została zamieniona na przyrost energii wewnętrznej pocisku. Ciepło właściwe żelaza wynosi 450 J/(kg·K).

16.2 (1 pkt)

Wyjaśnij krótko, na co została zużyta reszta energii kinetycznej pocisku.

9.15

Zadanie 20. Zbiornik z azotem (3 pkt)

Stalowy zbiornik zawiera azot pod ciśnieniem 1200 kPa. Temperatura gazu wynosi 27°C. Zbiornik zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa, który otwiera się gdy ciśnienie gazu przekroczy 1500 kPa. Zbiornik wystawiono na działanie promieni słonecznych. w wyniku czego temperatura gazu wzrosła do 77°C. Podaj, czy w opisanej sytuacji nastąpi otwarcie zaworu. Odpowiedź uzasadnij, wykonując niezbędne obliczenia. Przyjmij, że objętość zbiornika mimo ogrzania nie ulega zmianie.

9.16

Zadanie 4. (1 pkt)

Temperatura chłodnicy idealnego silnika cieplnego stanowi 2/5 temperatury źródła ciepła. Sprawność tego silnika jest równa

- A) 20%
- B) 40%
- C) 60%
- D) 80%

9.17

Zadanie 21. Silnik (2 pkt)

Silnik cieplny, pracujący w cyklu Carnota oddaje do chłodnicy $\frac{3}{5}$ pobranej energii cieplnej.

Oblicz sprawność tego silnika.

9.18

Zadanie 8. (1 pkt)

Energia cieplna dociera ze Słońca na Księżyc dzięki

- A) tylko konwekcji.
- B) tylko promieniowaniu.
- C) konwekcji i promieniowaniu.
- D) przewodnictwu i promieniowaniu.

9.19

Zadanie 14. Zbiornik z gazem (4 pkt)

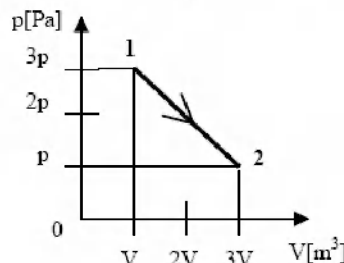
Stalowy zbiornik o objętości 0,2 m³ zawiera azot pod ciśnieniem 0,5 MPa i temperaturze 0°C. Zbiornik zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa otwierającym się wtedy, gdy ciśnienie gazu osiągnie wartość 0,6 MPa. Masa molowa azotu jest równa 28 g/mol.

- a) Oblicz masę azotu znajdującego się w zbiorniku. (2 pkt)
- b) Zbiornik z gazem pozostawiono w nasłonecznionym miejscu. Oblicz, przy jakiej temperaturze gazu nastąpi otwarcie zaworu bezpieczeństwa. Załóż, że objętość zbiornika nie ulega zmianie. (2 pkt)

9.20

Zadanie 6. (1 pkt)

Gaz doskonały przechodząc ze stanu 1 do stanu 2 wykonał pracę równą:



- A) pV .
- B) $3pV$.
- C) $4pV$.
- D) $6pV$.

9.21

Zadanie 6. (1 pkt)

W idealnym silniku cieplnym wzrasta temperatura chłodnicy przy niezmienniej temperaturze źródła ciepła. Sprawność takiego silnika

- A. nie zmienia się, ponieważ nie zmienia się wartość ciepła pobieranego przez silnik z źródła ciepła.
- B. najpierw maleje, a gdy temperatura chłodnicy zrówna się z temperaturą źródła ciepła to wzrasta do jedności.
- C. wzrasta wraz ze wzrostem temperatury chłodnicy i osiąga maksymalną wartość gdy temperatury źródła ciepła i chłodnicy są sobie równe.
- D. maleje i osiąga wartość minimalną, gdy temperatura chłodnicy zrówna się z temperaturą źródła ciepła.

9.22

Zadanie 5. (1 pkt)

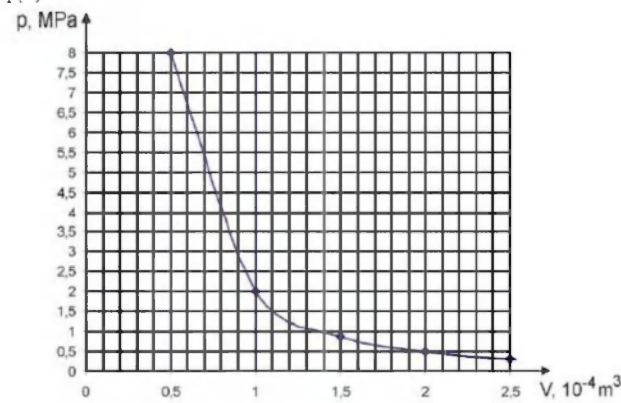
Mamy dwa zbiorniki z gazem. W zbiorniku A znajduje się 2 kg gazu w temperaturze T, a w zbiorniku B 1 kg takiego samego gazu w temperaturze 2 T. Który z wniosków przedstawionych poniżej jest prawdziwy?

- A. Energia wewnętrzna gazu w obu zbiornikach jest jednakowa, a w zbiorniku B cząsteczki poruszają się średnio dwa razy szybciej.
- B. Energia wewnętrzna gazu w obu zbiornikach jest jednakowa, a w zbiorniku B cząsteczki mają dwa razy większą średnią energię kinetyczną.
- C. W zbiorniku A energia wewnętrzna jest większa niż w B, a średnia energia cząsteczek w zbiorniku B jest mniejsza niż cząsteczek w zbiorniku A.
- D. W zbiorniku A energia wewnętrzna jest mniejsza niż w B, a średnia energia cząsteczek w zbiorniku B jest większa niż w zbiorniku A.

9.23

Zadanie 17. (2 pkt)

W zamkniętym cylindrze sprężano gaz doskonały. Proces tego sprężania przedstawiono na wykresie $p(V)$.



Czy gaz sprężano izotermicznie? Uzasadnij odpowiedź.

9.24

Zadanie 15. (3 pkt)

Objętość gazu zmniejszyła się o 0,02 m³ przy stałym ciśnieniu o wartości 150 kPa. Ile ciepła gaz wymienił z otoczeniem, jeśli energia wewnętrzna tego gazu zmalała przy tej operacji o 3000 J?

9.25

Zadanie 8. (1 pkt)

W trakcie zderzenia dwa samochody uległy częściowemu zniszczeniu. Oznacza to, że

- energia kinetyczna pojazdów po zderzeniu jest mniejsza niż przed zderzeniem, bo energia wewnętrzna samochodów zmalała.
- energia kinetyczna pojazdów jest mniejsza niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów wzrosła.
- energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, bo energia wewnętrzna samochodów wzrosła.
- energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów zmalała.

9.26

Zadanie 3. (1 pkt)

Powietrze w oponie wystawionej na działanie promieni słonecznych ulega nagrzaniu. Przyjmując, że objętość opony nie ulega zmianie możemy powiedzieć, że energia wewnętrzna powietrza w oponie

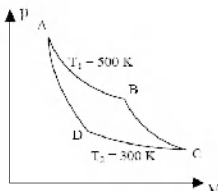
- wzrosła, bo powietrze wykonało pracę.
- zmalała, a powietrze nie wykonało pracy.
- wzrosła, a powietrze nie wykonało pracy.
- zmalała, bo powietrze wykonało pracę.

9.27

Zadanie 16. (3 pkt)

Wykres przedstawia cykl termodynamiczny teoretycznego silnika Carnota.

a) Nazwij przemiany, jakim ulega substancja robocza w tym silniku. Napisz, czy jest to sprężanie czy rozprężanie.

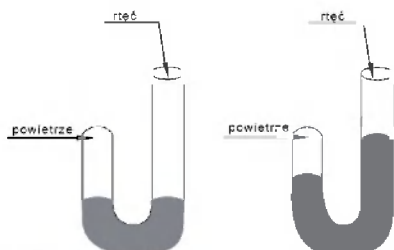


b) Oblicz sprawność tego cyklu.

9.28

Zadanie 19. Doświadczenie Boyle'a (4 pkt)

W 1662 roku Boyle przeprowadził doświadczenie, do którego użył rurki w kształcie litery J. Krótszy koniec rurki był zamknięty. Przez otwór w dłuższym końcu Boyle dolewał rtęci i mierzył – w stałej temperaturze – objętość słupa powietrza V oraz jego ciśnienie p (patrz rysunek). Ciśnienie atmosferyczne b w tym dniu wynosiło 29 jednostek umownych.



W poniższej tabeli zebrane są wyniki pomiarów w jednostkach umownych, zaokrąglone do liczb całkowitych.

V	48	44	40	36	32	28	24	20	16	14
p	0	3	6	10	15	21	30	41	59	71
$p + b$										

a) Zrób wykres zależności ciśnienia od objętości powietrza zawartego w krótszym ramieniu rurki.

b) Podaj związek pomiędzy tymi wielkościami.

9.29

Zadanie 7. (1 pkt)

Energia cieplna dociera ze Słońca do satelity geostacjonarnego krążącego po orbicie dzięki

- tylko konwekcji.
- tylko promieniowaniu.
- konwekcji i promieniowaniu.
- przewodnictwu i promieniowaniu.

9.30

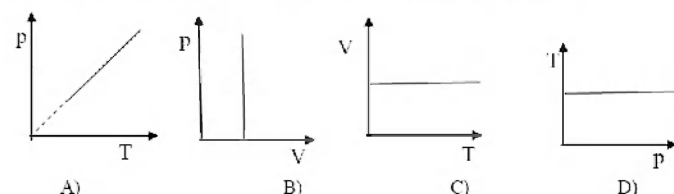
Zadanie 15. Butla z gazem (2 pkt)

Butla zawiera gaz pod ciśnieniem 0,5 MPa w temperaturze 20°C. Butla zabezpieczona jest zaworem bezpieczeństwa otwierającym się, gdy ciśnienie gazu osiągnie wartość 0,6 MPa. Butlę z gazem pozostawiono w nasłonecznionym miejscu. Oblicz, przy jakiej temperaturze nastąpi otwarcie zaworu bezpieczeństwa. Przyjmij, że objętość butli nie ulega zmianie.

9.31

Zadanie 9. (1 punkt)

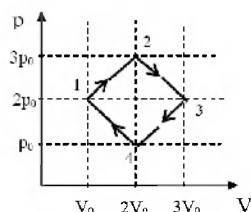
Z przedstawionych poniżej wykresów, na których p oznacza ciśnienie, T – temperaturę, a V objętość) przemiany izochorycznej gazu doskonałego nie przedstawia wykres:



9.32

Zadanie 11. Gaz doskonały (4 punkty)

Jednoatomowy gaz doskonały ($C_V = \frac{5}{2}R$) podlega cyklowi przemian.



Opisz, jak zmienia się energia wewnętrzna gazu podczas kolejnych przemian.

9.33

Zadanie 18. Ogrzewanie gazu (3 punkty)

Uzasadnij stwierdzenie, że do ogrzania dwóch jednakowych mas gazu doskonałego o ΔT potrzeba więcej energii w procesie izobarycznym niż w procesie izochorycznym.

9.34

Zadanie 3. (1 pkt)

Jeżeli założymy, że podczas powolnego zmniejszania objętości gazu jego temperatura pozostaje stała, to na pewno

- praca wykonana nad gazem jest równa zero.
- praca wykonana nad gazem jest równa ciepłu oddanemu przez gaz.
- ciepło pobrane przez gaz jest równe pracy wykonanej przez gaz.
- ciepło oddane przez gaz jest równe zero.

9.35

Zadanie 4. (1 pkt)

Silnik cieplny oddaje do chłodziwy 4 razy więcej ciepła niż zamienia na pracę. Sprawność silnika jest równa

- 1/5.
- 1/4.
- 1/3.
- 1/2.

9.36

Zadanie 5. (1 pkt)

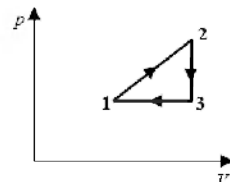
W zewnętrznej warstwie Słońca o grubości około 100 000 km materia o wyższej temperaturze unosi się ku powierzchni gdzie oddaje część energii do otoczenia i po oziębieniu spływa do wnętrza Słońca. Zjawisko to nazywamy

- promieniowaniem cieplnym.
- przewodnictwem cieplnym.
- konwekcją.
- promierancją.

9.37

Zadanie 16. Przemiany gazu (2 pkt)

Gaz ulega przemianom (na wykresie zaznaczonym, jako 1–2, 2–3, 3–1), w których zmieniają się ciśnienie, objętość i temperatura gazu.



16.1. (1 pkt)

Zapisz, w której z tych przemian jednoczesnej zmianie ulegają: ciśnienie, objętość i temperatura gazu.

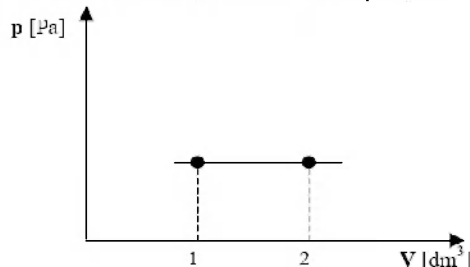
16.2. (1 pkt)

Zapisz, w którym z punktów (na wykresie zaznaczonych, jako punkt 1, 2 lub 3) temperatura gazu jest najwyższa.

9.38

Zadanie 8. (1 pkt)

Wykres przedstawia zależność ciśnienia gazu doskonałego w cylindrze, gdy jego objętość wzrosła z 1 dm³ do 2 dm³. Temperatura gazu podczas tej zmiany objętości:



- była stała.
- wzrosła dwukrotnie.
- zmalała dwukrotnie.
- zmalała trzykrotnie.

9.39

Zadanie 20. (3 pkt)

Z dna rzeki o głębokości 3 metry, zaczyna wypływać na powierzchnię wody pęcherzyk metanu. Wyznacz całkowite ciśnienie na tej głębokości. Zakładając, że podczas wypływania temperatura gazu nie zmienia się, oblicz, ile razy zwiększyła się objętość pęcherzyka. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 10⁵ Pa, gęstość wody $\rho = 10^3$ kg/m³.

9.40

Zadanie 21. (2 pkt)

W silniku samochodowym spalana jest benzyna, a ciepło powstałe w wyniku spalania zamieniane jest na pracę mechaniczną. Silnik wykonał pracę 10⁸ J. Oblicz, ile benzyny musiał spalić. Ciepło spalania benzyny wynosi 4,0·10⁷ J/kg, a sprawność silnika wynosi 25%.

9.41

Zadanie 2 (1 pkt)

Tlen zamknięty w butli stalowej ma temperaturę 15°C . Aby ciśnienie wewnątrz butli wzrosło dwukrotnie należy go podgrzać do temperatury:

- 57°C ,
- 303°C ,
- 288°C ,
- 30°C .

9.42

PLEIWONUREK

Pleiwonurek pływający w jeziorze na głębokości 50 m wydycha powietrze, które tworzy bańkę o objętości 25 cm^3 . Temperatura wody na głębokości 50 m wynosi 4°C , a na powierzchni 20°C . Bańka powietrza unosi się do góry tak wolno, że powietrze w każdej chwili ma temperaturę wody. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 10^5 Pa . Gęstość wody ma wartość 10^3 kg/m^3 .

Zadanie 13 (4 pkt.)

Oblicz liczbę moli powietrza znajdującego się w bańce powietrza.

Zadanie 14 (4 pkt.)

Oblicz objętość bańki powietrza tuż pod powierzchnią wody.

9.43

Zadanie 9 (1 pkt)

W zamkniętej stalowej butli znajduje się tlen o temperaturze 27°C . Aby dwukrotnie zwiększyć jego energię wewnętrzną, należy go ogrzać do temperatury:

- 427°C ,
- 327°C ,
- 300°C ,
- 54°C .

9.44

Bojler elektryczny (elektryczny ogrzewacz wody) (dotyczy zadań 19, 20, 21)

Bojler elektryczny o pojemności 120 litrów ma wbudowaną grzałkę o mocy 4 kW, która jest zasilana ze źródła o napięciu 220 V. Po włączeniu bojlera do sieci, woda o temperaturze początkowej 20°C ogrzewa się do temperatury 85°C w ciągu 3 godzin, po czym grzałka wyłącza się. Ponownie samoczynne włączenie grzałki następuje gdy temperatura wody w bojlerze obniży się do 55°C . Producent bojlera podaje, że po wyłączeniu zasilania temperatura wody maleje jednostajnie do 30°C w czasie 8 godzin. Przyjmij, że wzrost temperatury podczas ogrzewania wody jest też jednostajny. Do kąpieli pobiera się jednorazowo z bojlera 60 l wody o temperaturze 85°C . Ciepło właściwe wody $4200\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$.

Zadanie 19 (2 pkt.)

Oblicz opór elektryczny grzałki zainstalowanej w bojlerze.

Zadanie 20 (2 pkt.)

Oblicz koszt tygodniowego zużycia energii elektrycznej przez bojler, przyjmując, że w tym czasie każdy członek trzysobowej rodziny kąpie się codziennie jeden raz, a jednorazowa kąpiel pochłania 6 kWh energii elektrycznej. Jedna kWh energii elektrycznej kosztuje 38 groszy.

Zadanie 21 (5 pkt.)

Naszkicuj wykres ilustrujący zależności temperatury wody od czasu dla przedziału 12 godzin, uwzględniający cykl nagrzewania wody od temperatury 20°C do 85°C . Załóż, że przez 12 godzin nikt nie pobierał ciepłej wody z bojlera, a bojler był połączony ze źródłem napięcia.

9.45

Nieprawda jest, że sprawność cieplnego silnika teoretycznego:

- jest tym większa im mniej ciepła pobiera silnik w czasie jednego cyklu;
- zależy wprost proporcjonalnie od pracy użytecznej wykonanej przez gaz;
- dąży do 1 gdy $T_1 \gg T_2$ gdzie T_1 -temperatura źródła ciepła, T_2 -temperatura chłodnicy;
- maleje wraz z obniżaniem się temperatury chłodnicy.

9.46

Zadanie 4 (1 pkt)

Pracująca lodówka została umieszczona w zamkniętym, izolowanym cieplnie pomieszczeniu. Prąd zasilający lodówkę doprowadzany jest spoza pomieszczenia. Następnie drzwi lodówki otwarto. Które ze stwierdzeń opisuje najlepiej to, co stanie się później?

- temperatura w pomieszczeniu spadnie;
- temperatura w pomieszczeniu wzrośnie;
- temperatura w pomieszczeniu pozostanie stała;
- temperatura w pomieszczeniu najpierw spadnie, a następnie wzrośnie.

9.47

Zadanie 5 (1 pkt)

Po zaparkowaniu samochodu w miejscu, gdzie docierają promienie słoneczne, stwierdzono wzrost ciśnienia w jego oponach. Stało się tak, ponieważ:

- objętość zajmowana przez cząsteczki gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła;
- siła wywierana przez cząsteczki gazów tworzących powietrze w oponach działała na mniejszą powierzchnię;
- energia kinetyczna cząsteczek gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła;
- średnia odległość pomiędzy cząsteczkami gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła.

9.48

7. W dwóch jednakowych butlach znajdują się równe masy wodoru oraz tlenu o tej samej temperaturze. Ciśnienie w butli zawierającej tlen jest równe 10^5 Pa . Na podstawie tych informacji można wnioskować, że ciśnienie w butli zawierającej wodór wynosi:

- A) $2\cdot 10^5\text{ Pa}$ B) $6\cdot 10^5\text{ Pa}$ C) $16\cdot 10^5\text{ Pa}$ D) $32\cdot 10^5\text{ Pa}$ | A B ☒ D |

9.49

6. Przy dnie napełnionego wodą i szczelnie zamkniętego słoja pozostały dwa niewielkie pęcherzyki powietrza (patrz rys.). W pewnej chwili jeden z nich odrywa się od dna i unosi w górę. W wyniku tego:

- wzrosła objętość obu pęcherzyków,
- zmaleła objętość obu pęcherzyków,
- zmaleje objętość pęcherzyka przy dnie, a wzrosła objętość tego, który unosił się w górę,
- wzrosła objętość pęcherzyka przy dnie, a zmaleła objętość tego, który unosił się w górę.

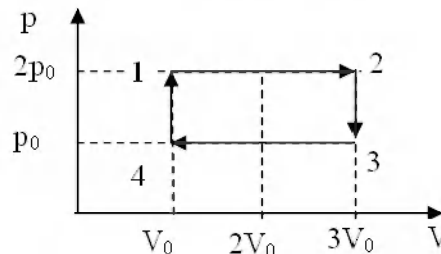
A B ☒ D



9.50

Zadanie 8.

Wykres przedstawia cykl przemian gazu doskonałego. Oblicz pracę wykonaną w czasie takiego cyklu, jeżeli $p_0 = 10^5\text{ Pa}$, a $V_0 = 1\text{ m}^3$?



9.51

Zadanie 9. (1 pkt)

Sprawność silnika cieplnego wynosi 20%. W ciągu 1 godziny silnik oddaje do chłodnicy 20 kJ energii. W tym czasie pobiera on z grzejnika energię cieplną o wartości

- 25 kJ.
- 40 kJ.
- 50 kJ.
- 100 kJ.

9.52

19. Gaz (2 pkt)

W cylindrze o objętości 15 dm^3 znajduje się wodór. Ciśnienie wodoru jest równe 1013.82 hPa , a jego temperatura wynosi 27°C .

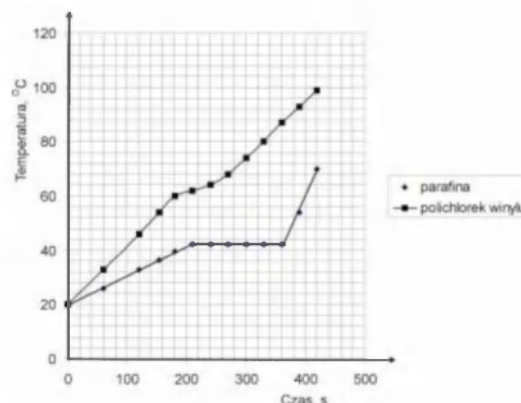
Oblicz liczbę moli wodoru znajdujących się w cylindrze.

Termodynamika – zadania z arkusza II

9.53

Zadanie 30. Ogrzewanie (6 pkt)

Podczas lekcji fizyki uczniowie sprawdzali, jak zachowują się podczas ogrzewania rozdzielone substancje: parafina i polichlorek winylu. Na płycie grzejnej jednocześnie podgrzewali w zlewkach te same masy badanych substancji i mierzyli podczas ogrzewania ich temperaturę. Otrzymane wyniki uczniowie przedstawili na wykresie.



30.1 (2 pkt)

Przeanalizuj powyżej zamieszczony wykres. Zapisz, jak zachowywały się substancje podczas ogrzewania? Jaki wniosek związany z budową badanych ciał mogli uczniowie zapisać po analizie wykresu? Uzasadnij swoją odpowiedź.

30.2 (2 pkt)

Można by sądzić, że zgodnie z pierwszą zasadą termodynamiki ogrzewane ciała zwiększają swoją energię wewnętrzną, co objawia się wzrostem ich temperatury. Zapisz, czy nieznaczność temperatury w przedziale od 210 do 360 sekund dla parafiny świadczy o stelej wartości energii wewnętrznej tej substancji mimo dostarczania ciepła? Wyjaśnij ten problem.

30.3 (2 pkt)

Podczas wykonywania doświadczenia ciepło dostarczane było obu substancjom: równomiernie i z taką samą szybkością. Nauczyciel podał wartość ciepła właściwego zestalonej parafiny ($c_w = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$) i polecił uczniom, aby na podstawie wyników doświadczenia obliczyli wartość ciepła właściwego polichlorku winylu w temperaturach bliskich pokojowej.

Maciek stwierdził, że obliczenie wartości ciepła właściwego polichlorku winylu jest niemożliwe, bo nie jest znane ciepło pobrane przez polichlorek. Jacek określił wartość ciepła właściwego polichlorku winylu na równą $1050 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. W uzasadnieniu zapisał:

ze z wykresu można odczytać, iż stosunek ciepła właściwego parafiny do ciepła właściwego polichlorku winylu wynosi 2. Zapisz, który z uczniów miał rację? Uzasadnij odpowiedź.

9.54

Zadanie 31. Syriusz (14 pkt)

Zimą najjaśniejszą gwiazdą naszego nocnego nieba jest Syriusz. Pod tą nazwą kryje się układ dwóch gwiazd poruszających się wokół wspólnego środka masy. Syriusz A jest gwiazdą ciągu głównego, a Syriusz B jest białym karłem i nie można go zobaczyć gołym okiem.

31.1 (2 pkt)

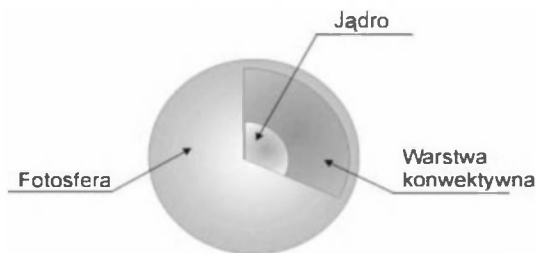
Na podstawie tekstu i własnej wiedzy wymień dwie charakterystyczne cechy białych karłów.

31.2 (3 pkt)

Średnia gęstość Syriusza B wynosi $2,4 \cdot 10^9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jego promień $5,9 \cdot 10^8 \text{ m}$. Oblicz wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Syriusza B, pomijając wpływ Syriusza A.

31.3 (2 pkt)

Na rysunku przedstawiono budowę wnętrza Syriusza A.



Energia zawarta w jądrze gwiazdy transportowana jest na powierzchnię przez warstwę konwektywną, a z powierzchni fotosfery wypromiowana w przestrzeń kosmiczną. Zapisz, czym różni się transport energii w wyniku konwekcji od transportu poprzez promieniowanie.

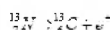
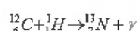
31.4 (3 pkt)

Głównym źródłem energii Syriusza A są reakcje termojądrowe polegające na złączaniu wodoru w hel za pośrednictwem węgla i tlenu (tzw. cykl CNO).

- a. Uzupełnij równanie reakcji będącej częścią cyklu CNO.

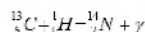


- b. Poniżej zamieszczono równania dwóch przemian jądrowych cyklu CNO. Obok równań reakcji zapisz nazwę tego typu procesu jądrowego.



31.5 (4 pkt)

W zachodzącym w jądrze Syriusza A cyklu CNO najwięcej energii wydzielą się podczas reakcji zamiany węgla na azot.



Oblicz, ile jąder węgla w Syriuszu A musiałyby ulec tego typu reakcji, by wytworzona energia mogła w normalnych warunkach stopić 1 g lodu. Ciepło topnienia lodu wynosi $3,34 \cdot 10^4 \text{ J/kg}$. Masy jąder wodoru, węgla i azotu mają wartości odpowiednio równe: $m_{\text{H}} = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_{\text{C}} = 21,586 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $m_{\text{N}} = 23,245 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

9.55

Zadanie 25. Słoik (11 pkt)

Podczas przygotowywania konfitur słoiki wstawia się do naczynia z wrzącą wodą, gdzie osiągną temperaturę $T_w = 100^\circ\text{C}$. Następnie zamyka się szczelnie pokrywki słoika (pozostawiając wewnątrz trochę powietrza) i wyciąga słoik z wody do ostygnięcia. W dalszych rozważaniach przyjmij, że w opisanych warunkach powietrze zamknięte w słoiku możemy traktować jak gaz doskonały. Pomij wpływ ciśnienia pary wodnej na ciśnienie wewnątrz słoika oraz nie uwzględnij zmian objętości słoika i konfitur. Przyjmij ciśnienie atmosferyczne za równe $p_0 = 1013 \text{ hPa}$.

25.1 (1 pkt)

Zapisz, jakiej przemianie gazowej ulega powietrze zamknięte w słoiku w trakcie stygnięcia, zakładając, że pokrywka nie ulega wygięciu

25.2 (2 pkt)

Wykaż, że ciśnienie powietrza wewnątrz słoika po jego ostygnięciu do temperatury otoczenia równej $T_0 = 20^\circ\text{C}$ wynosi około 795 hPa

25.3 (2 pkt)

Oblicz, z jaką siłą po ostygnięciu słoika (nie bierz pod uwagę siły wynikającej z dokręcenia pokrywki) pokrywka jest dociskana do słoika, jeśli jej średnica jest równa $d = 8 \text{ cm}$.

25.4 (3 pkt)

Podczas morskiej wycieczki częściowo opróżniony słoik, (ale zamknięty pokrywka) potoczył się po pokładzie i wpadł do wody. Oblicz, jaka musi być minimalna masa m przetworów w słoiku, aby po upadnięciu do wody morskiej zaczął tonąć. Masa pustego słoika z zakrętką wynosi $M = 0,25 \text{ kg}$, a jego objętość zewnętrzna $V = 1,5 \text{ dm}^3$. Przyjmij gęstość wody morskiej przy powierzchni za równą $\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$. Pomij wpływ masy powietrza zamkniętego w słoiku na masę całego słoika.

25.5 (2 pkt)

Gęstość wody morskiej rośnie wraz ze zwiększaniem głębokości. Na powierzchni wynosi 1025 kg/m^3 , a na głębokości około 1000 m osiąga wartość 1028 kg/m^3 . Przy dalszym wzroście głębokości gęstość wody już nie ulega zmianie. Wyjaśnij, jaki wpływ na prędkość tonącego słoika ma fakt, że gęstość wody morskiej rośnie wraz z głębokością. Przyjmij, że na tonący słoik działa siła oporu wody wprost proporcjonalna do wartości prędkości tonięcia słoika

25.6 (1 pkt)

Zapisz, jaka musi być średnia gęstość słoika wraz z zamkniętą zawartością, aby mógł on dotrzeć do dna morza, jeśli głębokość w tym miejscu przekracza 1000 m .

9.56

Zadanie 27. (9 pkt) OGRZEWANIE WODY

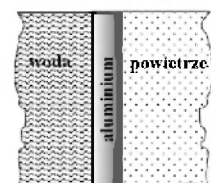
Do doświadczeń mających na celu wyznaczanie ciepła właściwego substancji jest używane naczynie wykonane z aluminium. Masa tego naczynia wynosi 120 g , pole powierzchni całkowitej (jest to walec) wynosi $0,047 \text{ m}^2$. Ścianki naczynia mają grubość 1 mm .



- a) (2 pkt) Wykaż, że przy różnicy temperatur między otoczeniem a wnętrzem naczynia równej 5°C , w ciągu 1 sekundy przez całą powierzchnię kalorymetru przechodzi ciepło w ilości 51700 J . Współczynnik przewodzenia ciepła dla aluminium wynosi $\lambda = 220 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$.
- b) (2 pkt) Do naczynia nalewamy 785 g wody o takiej temperaturze, że po chwili (potrzebnej na wyrównanie temperatur wody i naczynia) uzyskujemy temperaturę wody i naczynia równą 10°C . Wykaż, że ilość energii cieplnej potrzebnej do tego, aby naczynie i woda w nim zawarta ogrzały się do temperatury otoczenia, czyli 20°C , wynosi około 34000 J . Ciepło właściwe aluminium wynosi $900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$, ciepło właściwe wody jest równe $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

- c) (5 pkt) Z poprzednich punktów wynika, że ciepło potrzebne do ogrzania wody i naczynia o 10°C niewiele się różni od ilości ciepła przekazanego przez otoczenie do wnętrza naczynia w czasie 1 sekundy przy różnicy temperatur 5°C (przy ogrzewaniu tego naczynia różnica temperatur malała od początkowej wartości 10°C do końcowej równej zero – możemy więc przyjąć, że w czasie ogrzewania średnia różnica temperatur wynosiła 5°C). Mogłoby z tego wynikać, że czas ogrzewania wody w naczyniu tym sposobem powinien być bardzo krótki. Wszyscy wiemy jednak, że tak nie jest. W poniższej tabeli zestawione są niektóre dane dotyczące wody, aluminium i powietrza. Wykorzystaj te dane i podaj z uzasadnieniem dwa powody, które znacznie wydłużają czas ogrzewania wody w naczyniu przy otoczeniu na drodze przewodzenia ciepłego. Zaproponuj sposób na skrócenie tego czasu.

Substancja	Ciepło właściwe $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Współczynnik przewodzenia ciepła $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
Powietrze	$1020 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$0,02 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
Woda	$4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$0,54 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
Aluminium	$900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$220 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$



9.57

Zadanie 23. Przemiany gazowe (8 pkt)

84 g masy azotu w temperaturze 27°C podgrzano izochorycznie, przy czym ciśnienie wzrosło z $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ do $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

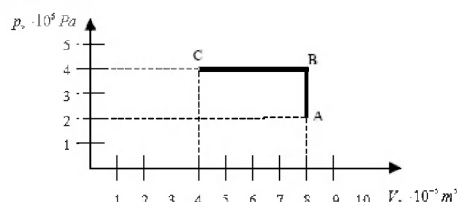
Jaką masę helu należy podgrzać izobarycznie o 300 K , aby zużyć taką samą ilość ciepła jak na podgrzanie helu opisane powyżej?

Masa molowa helu wynosi 4 g/mol , azotu 28 g/mol . Ciepło molowe gazu jednoatomowego przy stałej objętości wynosi $3R/2$.

9.58

Zadanie 24. Przemiany gazu (10 pkt)

Na wykresie $p - f(V)$ przedstawiono dwie przemiany termodynamiczne zachodzące dla dwóch moli gazu doskonałego, którego ciepło molowe przy stałej objętości ma wartość $\frac{3}{2}R$. R oznacza stałą gazową.



24.1 (2 pkt)

Podaj nazwy przemian przedstawionych na wykresie.

AB – Przemiana

BC – Przemiana

24.2 (2 pkt)

Oblicz wartości temperatur dla gazu w stanach oznaczonych punktami B i C, jeżeli wiadomo, że temperatura gazu w punkcie A ma wartość 963 K .

24.3 (4 pkt)

Oblicz wartości pracy wykonywanej w każdym procesie i wartość ciepła pobieranego lub oddawanego przez gaz w każdej z tych przemian.

24.4 (2 pkt)

Oblicz zmianę energii wewnętrznej w przemianie AB i podaj, czy energia wewnętrzna zmalała, czy wzrosła.

9.59

Zadanie 25 Butla z gazem (9 punktów)

Butla o pojemności 40 l (dm³), która zawiera 1,97 kg dwutlenku węgla wytrzymuje ciśnienie nie większe niż $3 \cdot 10^6$ Pa.

25.1 (5 punktów)

Oblicz, w jakiej temperaturze (w °C) powstaje niebezpieczeństwo wybuchu. (gęstość dwutlenku węgla $d = 1,97 \frac{kg}{m^3}$, $p_c = 10^5$ Pa, $T_0 = 273$ K)

25.2 (4 punkty)

Na skutek nie szczelności zaworu dwutlenek węgla ulatniał się z butli. Oblicz, jaka ilość gazu ułotniła się, jeżeli wiadomo, że ciśnienie gazu w butli spadło o połowę, a temperatura nie zmieniła się.

9.60

Zadanie 2. Przemiany gazowe (12 pkt)

Rysunek przedstawia cykl przemian termodynamicznych jednego mola jednoatomowego gazu doskonałego zamkniętego w cylindrze z ruchomym tłokiem. W stanie A gaz ma objętość $2 \cdot 10^{-3}$ m³ i ciśnienie $2 \cdot 10^6$ Pa.

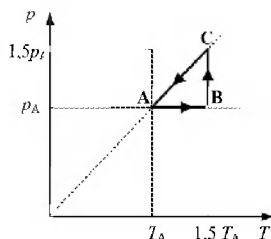
2.1 (2 pkt)

Zapisz nazwy przemian, jakim uległ gaz.

A – B

B – C

C – A



2.2 (2 pkt)

Oblicz temperaturę gazu w stanie A.

2.3 (2 pkt)

Podaj we wskazanych etapach cyklu, czy gaz oddaje czy pobiera ciepło oraz czy gaz wykonuje pracę czy praca jest wykonywana nad gazem.

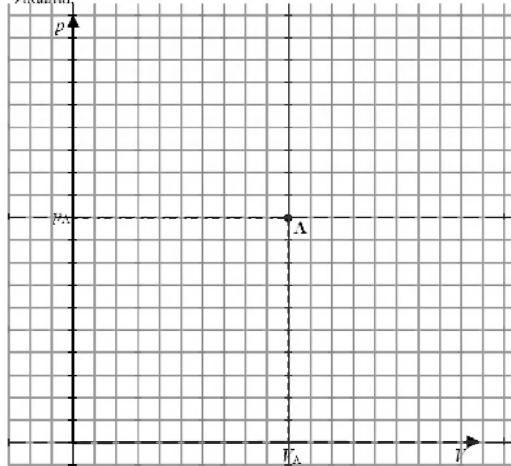
etap cyklu	ciepło	praca
A – B		
B – C		

2.4 (2 pkt)

Oblicz pracę wykonaną w przemianie A – B.

2.5 (4 pkt)

Naszkicuj (uzupełnij) wykres cyklu przemian w układzie współrzędnych p , V . Oznacz pozostałe stany gazu literami B i C. Uwzględnij wartości zawarte na wykresie w treści zadania.



9.61

Piłka (dotyczy zadań 29, 30, 31, 32, 33)

Jacek kupił piłkę oraz pompkę. Piłka posiada tzw. zawór zwrotny, który umożliwia tłoczenie powietrza tylko w jednym kierunku (do wnętrza piłki). Zawór ten otwiera się wówczas, gdy ciśnienia wewnątrz piłki i pod tłokiem pompki wyrównają się. Jacek odczytał z opakowania tych artykułów następujące dane:

- skok tłoka pompki: 13,1 cm („skok tłoka” – oznacza odległość pomiędzy skrajnymi położeniami tłoka).
- pojemność skokowa pompki: 65,5 cm³ („pojemność skokowa” – oznacza maksymalną objętość powietrza zasysanego jednorazowo z zewnątrz).
- objętość powietrza wewnątrz piłki wynosi: 6 dm³ (praktycznie stała dla zakresu ciśnienia wewnątrz od $1,3 \cdot 10^5$ Pa do $1,8 \cdot 10^5$ Pa).
- maksymalne dopuszczalne ciśnienie wewnątrz piłki: $2 \cdot 10^5$ Pa.

Jacek postanowił napompować piłkę. Podczas pierwszego cyklu pompowania otwarcie zaworu pompki nastąpiło w chwili, gdy tłok przebył 0,3 skoku, zaś podczas ostatniego cyklu odległość ta wynosiła 0,35 skoku.

Podczas rozwiązywania zadań przyjmij, że ciśnienie atmosferyczne ma wartość 10^5 Pa, a zmiany temperatury powietrza wewnątrz pompki i piłki oraz tarcie można pominąć. Przyjmij również, że podczas pompowania tłok porusza się ruchem jednostajnym.

Zadanie 29 (4 pkt.)

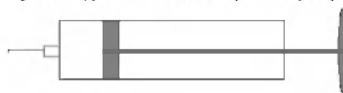
Oblicz początkową wartość ciśnienia powietrza w piłce w chwili pierwszego otwarcia zaworu, podając wynik w Pa.

Zadanie 30 (8 pkt.)

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: Siły parcia powietrza i nacisku wywieranego przez Jacka na tłok nie równoważą się. Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 31 (3 pkt.)

Zaznacz na rysunku siłę parcia powietrza działającego na tłok pompki oraz siłę nacisku wywieraną przez Jacka na tłok podczas pompowania piłki.



Zadanie 32 (2 pkt.)

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: Siły parcia powietrza i nacisku wywieranego przez Jacka na tłok nie równoważą się. Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 33 (4 pkt.)

Oblicz wartość siły, z jaką Jacek działał na tłok pompki w chwili otwarcia zaworu w ostatnim cyklu pompowania.

9.62

„Czajnik elektryczny”

Rodzina Kowalskich zużywa miesięcznie 200 l wody do przygotowywania herbaty, kawy i innych napoi. Wodę zagotowuje w czajniku elektrycznym o pojemności 1,5 l, posiadającym grzałkę o mocy 2800 W, który pracuje pod stałym napięciem 220 V. Temperatura początkowa wody wynosi 15° C. W pomieszczeniu panuje ciśnienie 101325 Pa. Zakładamy, że 60% dostarczonej energii elektrycznej powoduje wzrost energii wewnętrznej wody oraz, że opór grzałki czajnika podczas jego pracy nie ulega zmianie. Tabela podaje zależność temperatury wrzenia wody od ciśnienia. Ciepło właściwe wody $4200 \frac{J}{kg \cdot K}$.

Ciśnienie [Pa]	Temperatura wrzenia wody [K]
19865	333
31177	343
47329	353
70128	363
101325	373

27. Oblicz czas potrzebny do zagotowania 1,5 litra wody w tym czajniku.

28. Określ, czy czas zagotowania wody w czajniku: wzrośnie, pozostanie bez zmiany, zmaleje, gdy ciśnienie atmosferyczne zmniejszy się do wartości 980 hPa. Odpowiedź uzasadnij.

29. Oblicz miesięczny koszt zagotowania 200 l wody, jeżeli za 1 kWh energii elektrycznej rodzina Kowalskich płaci 0,30 zł.

Termodynamika – inne zadania

9.63

O ile zwiększy się energia wewnętrzna powietrza zamkniętego w zbiorniku o objętości $V = 2,5 m^3$ gdy jego ciśnienie wzrośnie od wartości $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Pa do $p_2 = 3 \cdot 10^5$ Pa. Potraktuj powietrze jako gaz doskonały i przyjmij że jego ciepło właściwe przy stałej objętości $c_v = 729 \frac{J}{kgK}$ a masa cząsteczkowa

$$M = 29 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{mol}.$$

9.64

Pęcherzyk powietrza o objętości początkowej $V_1 = 2 cm^3$ odrywa się od dna jeziora o głębokości $h = 40 m$. Temperatura na dnie wynosi $t_1 = 4^{\circ}C$, a na powierzchni $t_2 = 20^{\circ}C$. Ciśnienie atmosferyczne wynosi $p = 10^5$ Pa.

Obliczyć objętość pęcherzyka tuż przed wynurzeniem się. Temperatura powietrza w pęcherzyku jest równa zawsze temperaturze otaczającej go wody.

9.65

Do kalorymetru miedzianego o masie $m_1 = 220 g$ zawierającego $m_2 = 250 g$

wrzucono $m_3 = 15 g$ o temperaturze $t_1 = -6^{\circ}C$. Temperatura końcowa

mieszaniny $t_2 = 16,8^{\circ}C$. Obliczyć początkową temperaturę wody w

kalorymetrze. Ciepło właściwe miedzi $c_1 = 3,86 \cdot 10^2 \frac{J}{kgK}$, wody

$c_2 = 4,19 \cdot 10^3 \frac{J}{kgK}$ a lodu $c_3 = 2,1 \cdot 10^3 \frac{J}{kgK}$, ciepło topnienia lodu

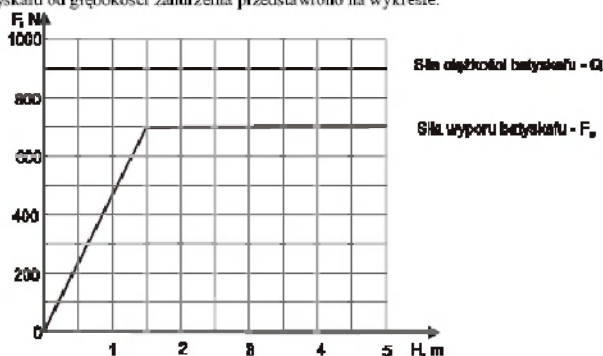
$$c_4 = 3,35 \cdot 10^5 \frac{J}{kg}.$$

10. Hydrostatyka – zadania z arkusza I

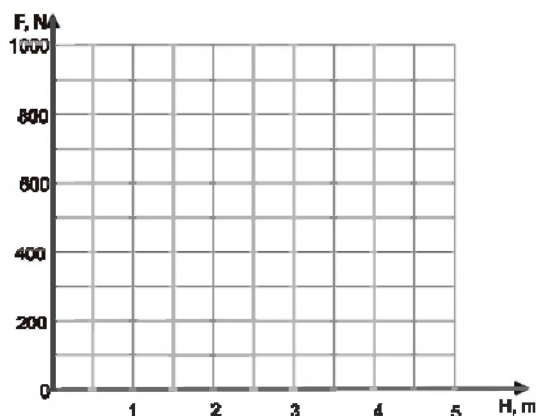
10.1

Zadanie 11. (2 pkt)

Batyskaf zanurzono w morzu na pewną głębokość. Zależność sił: ciężkości i wyporu batyskafu od głębokości zanurzenia przedstawiono na wykresie.



Zapisz wzór na wartość wypadkowej siły działającej na batyskaf i narysuj wykres zależności tej siły od głębokości jego zanurzenia.



10.2

Zadanie 2. (1 pkt)

Drewniany klocek pływa częściowo zanurzony w wodzie. Siła wyporu $\vec{F}_w$ działająca na klocek i jego ciężar $\vec{Q}$ spełniają warunek:

- A. $F_w = -Q$, B. $F_w > Q$, C. $F_w < Q$, D. $F_w = Q$.

10.3

Zadanie 13. (3 pkt)

Na jaką głębokość zanurzyła się łódź podwodna, jeżeli przymocowany do powierzchni łodzi barometr wskazał ciśnienie całkowite 7000 hPa? Załóż, że gęstość wody nie zależy od głębokości i ma wartość 1000 kg/m³, a ciśnienie atmosferyczne na powierzchni morza jest równe 1000 hPa.

10.4

Zadanie 2. (1 pkt)

Drewniany klocek pływa częściowo zanurzony w wodzie. Siła wyporu F_w działająca na klocek i jego ciężar Q spełniają warunek:

- A. $\vec{F}_w = -\vec{Q}$, B. $\vec{F}_w > \vec{Q}$, C. $\vec{F}_w < \vec{Q}$, D. $\vec{F}_w = \vec{Q}$.

10.5

Zadanie 3. (1 pkt)

Nurek pływa w wodzie o gęstości 1000 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ na głębokości 20 m od powierzchni wody. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 10⁵ Pa. Całkowite ciśnienie w miejscu przebywania nurka ma wartość:

- A) około 1·10⁵ Pa B) około 2·10⁵ Pa C) około 3·10⁵ Pa D) około 4·10⁵ Pa

10.6

Zadanie 19. (2 pkt)

Samochód stoi na czterech kołach. Ciśnienie powietrza w każdej z opon wynosi 2·10⁵ Pa (około 2 atmosfer). Powierzchnia, na jakiej każda z opon styka się z ziemią, to kwadrat o boku 0,1 m (10 cm). Oblicz, jaka jest masa samochodu.

10.7

Zadanie 20. (3 pkt)

Z dna rzeki o głębokości 3 metry, zaczyna wypływać na powierzchnię wody pęcherzyk metanu. Wyznacz całkowite ciśnienie na tej głębokości. Zakładając, że podczas wypływania temperatura gazu nie zmienia się, oblicz, ile razy zwiększyła się objętość pęcherzyka. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 10⁵ Pa, gęstość wody $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$.

10.8

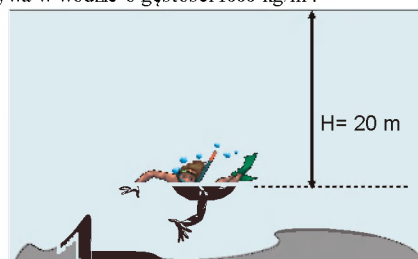
Zadanie 7 (1 pkt)

Do dwóch filiżanek w kształcie walca nalano takie same ilości herbaty. Promienie podstawy tych filiżanek wynoszą odpowiednio $r_1 = r$ i $r_2 = 2r$. Ciśnienia hydrostatyczne, które wywiera herbata na dno tych filiżanek spełniają zależność:

- a) $p_2 = 4p_1$,
b) $p_2 = 2p_1$,
c) $p_2 = \frac{p_1}{2}$,
d) $p_2 = \frac{p_1}{4}$.

10.9

Nurek (rys.) pływa w wodzie o gęstości 1000 kg/m³.



Ciśnienie atmosferyczne wynosi 10⁵ Pa.

Ciśnienie wywierane na nurka pod wodą ma wartość:

- A). 1·10⁵ Pa; C). 3·10⁵ Pa;
B). 2·10⁵ Pa; D). 4·10⁵ Pa.

10.10

Zadanie 20 (4 pkt)

Balonik wypełniony helum wzrósł się w powietrzu pionowo z przyspieszeniem 2 m/s².



Masa balonika wynosi 0,005 kg, gęstość powietrza ma wartość 1,2 kg/m³. Oblicz objętość balonika. Zaniedbaj siły oporu powietrza.

10.11

6. Przy dnie napełnionego wodą i szczelnie zamkniętego słoja pozostały dwa niewielkie pęcherzyki powietrza (patrz rys.). W pewnej chwili jeden z nich odrywa się od dna i unosi w górę. W wyniku tego:

- A. wzrosła objętość obu pęcherzyków.
B. zmalała objętość obu pęcherzyków.
C. zmalała objętość pęcherzyka przy dnie, a wzrosła objętość tego, który unosił się w górę.
D. wzrosła objętość pęcherzyka przy dnie, a zmalała objętość tego, który unosił się w górę.

A	B	X	D
---	---	---	---



10.12

Zadanie 11.

Wyjaśnij, jak można oszacować masę atmosfery ziemskiej znając średnią wartość ciśnienia atmosferycznego i promienia Ziemi.

10.13

Zadanie 12.

Oblicz wysokość słupa rtęci, który wywiera ciśnienie równe ciśnieniu wody na głębokości 27,2 m? Gęstość rtęci wynosi 13 600 kg/m³, gęstość wody 1000 kg/m³.

Hydrostatyka – zadania z arkusza II

10.14

Zadanie 24. Ryby (8 punktów)

24.1 (6 punktów)

Ryby sterują głębokością swego zanurzenia w wodzie, zmieniając zawartość powietrza w pęcherzach pławnych, tak aby ich średnia gęstość była równa gęstości wody na danej głębokości. Przyjmij, że gdy całe powietrze jest usunięte z pęcherzy pławnych, ryba ma średnią gęstość równą 1080 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Oblicz, jaką część całkowitej objętości ryby musi stanowić powietrze w pęcherzach pławnych, aby jej gęstość zmniejszyła się do wartości odpowiadającej zwykłej gęstości wody (1000 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$). Gęstość powietrza wynosi 1,21 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

24.2 (2 punkty)

Ryby pływają na różnych głębokościach. Od wód powierzchniowych po bardzo głębokie. Oblicz zmianę ciśnienia wywieranego przez wodę na rybę, która spod samej powierzchni jeziora popłynęła na głębokość 50 m.

10.15**Zadanie 23. (krople)**

Z kranu do szklanki kapąły krople wody.



Maciek mierzył zależność wysokości słupa wody powstałego z kropel wpadających do szklanki od czasu ich wpadania. Wyniki pomiarów zamieścił w tabelce:

Czas [min]	0	4	8	10	12	16	20
Wysokość słupa wody [cm]	0	1.5	3.0	3.9	4.5	6.0	7.2

Maciek ocenił dokładność pomiaru czasu na 0,5 minuty, a dokładność pomiaru wysokości słupa wody na 2 mm.

Zadanie 23.1. (4 pkt)

Narysuj wykres zależności wysokości słupa wody w szklance od czasu wpadania kropel. W tym celu oznacz i wyskaluj osie, zaznacz punkty pomiarowe, nanieś niepewności i wykreśl prawidłową krzywą.

Zadanie 23.2. (4 pkt)

Przeanalizuj otrzymany wykres i wykonaj następujące polecenia:

- Przedstaw równaniem otrzymaną na wykresie zależność wysokości słupa wody od czasu $h(t)$.
- Oblicz tangens kąta nachylenia otrzymanego wykresu $h(t)$. Określ, jakiej wielkości fizycznej odpowiada ten tangens.
- Napisz, jakim ruchem podnosił się poziom wody w szklance.

Zadanie 23.3. (4 pkt)

Korzystając z wykresu, wyznacz ciśnienie hydrostatyczne wywierane przez słup wody na dno szklanki po 14 minutach kapania kropel. Gęstość wody wynosi 1000 kg/m^3 .

10.16**Zadanie 25. Słoik (11 pkt)**

Podczas przygotowywania konfitur słoiki wstawia się do naczynia z wrzącą wodą, gdzie osiąga temperaturę $T_w = 100^\circ\text{C}$. Następnie zamyka się szczelnie pokrywkę słoika (pozostawiając wewnątrz trochę powietrza) i wyciąga słoik z wody do ostygnięcia. W dalszych rozważaniach przyjmij, że w opisanych warunkach powietrze zamknięte w słoiku możemy traktować jak gaz doskonały. Pomiń wpływ ciśnienia pary wodnej na ciśnienie wewnątrz słoika oraz nie uwzględniaj zmian objętości słoika i konfitur. Przyjmij ciśnienie atmosferyczne za równe $p_0 = 1013 \text{ hPa}$.

25.1 (1 pkt)

Zapisz, jakiej przemianie gazowej ulega powietrze zamknięte w słoiku w trakcie stygnięcia, zakładając, że pokrywka nie ulega wygięciu.

25.2 (2 pkt)

Wykaż, że ciśnienie powietrza wewnątrz słoika po jego ostygnięciu do temperatury otoczenia równej $T_0 = 20^\circ\text{C}$ wynosi około 790 hPa .

25.3 (2 pkt)

Oblicz, z jaką siłą po ostygnięciu słoika (nie bierz pod uwagę siły wynikającej z dokręcenia pokrywki) pokrywka jest dociskana do słoika, jeśli jej średnica jest równa $d = 8 \text{ cm}$.

25.4 (3 pkt)

Podczas morskiej wycieczki częściowo opróżniony słoik, (ale zamknięty pokrywka) potoczył się po pokładzie i wpadł do wody. Oblicz, jaka musi być minimalna masa m przetworów w słoiku, aby po wpadnięciu do wody morskiej zaczął tonąć. Masa pustego słoika z zakrętką wynosi $M = 0.25 \text{ kg}$, a jego objętość zewnętrzna $V = 1.5 \text{ dm}^3$. Przyjmij gęstość wody morskiej przy powierzchni za równą $\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$. Pomiń wpływ masy powietrza zamkniętego w słoiku na masę całego słoika.

25.5 (2 pkt)

Gęstość wody morskiej rośnie wraz ze zwiększaniem głębokości. Na powierzchni wynosi 1025 kg/m^3 , a na głębokości około 1000 m osiąga wartość 1028 kg/m^3 . Przy dalszym wzroście głębokości gęstość wody już nie ulega zmianie. Wyjaśnij, jaki wpływ na prędkość tonącego słoika ma fakt, że gęstość wody morskiej rośnie wraz z głębokością. Przyjmij, że na tonący słoik działa siła oporu wody wprost proporcjonalna do wartości prędkości tonięcia słoika.

25.6 (1 pkt)

Zapisz, jaka musi być średnia gęstość słoika wraz z zamkniętą zawartością, aby mógł on doirzeć do dna morza, jeśli głębokość w tym miejscu przekracza 1000 m .

Hydrostatyka – inne zadania**STALE:**

gęstość wody: $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, gęstość wody morskiej: $\rho_w = 1030 \text{ kg/m}^3$,
gęstość nafty: $\rho_n = 800 \text{ kg/m}^3$, gęstość lodu: $\rho_l = 900 \text{ kg/m}^3$,
gęstość żelaza: $\rho_z = 7800 \text{ kg/m}^3$, gęstość niklu: $\rho_{nk} = 8700 \text{ kg/m}^3$

10.17

Do naczynia o wewnętrznym przekroju równym 20 cm^2 nalano wody do wysokości 50 cm . Oblicz:

- wartość siły parcia na dno naczynia;
- ciśnienie, jakie wywiera woda na dno naczynia;
- ciśnienie słupa wody na głębokości 20 cm .

10.18

Mały tłok prasy hydraulicznej przesuwają się na odległość $h = 0.2 \text{ m}$ a duży tłok podnosi się na $H = 0.01 \text{ m}$. Jaką siłą działa prasa na ściśnięte w niej ciało, jeżeli na mały tłok działa siła 500 N ?

10.19

Do balonu w kształcie kuli zanurzonego pod wodą dopompowano tyle powietrza, że promień balonu wzrósł 2 razy. Jak (i ile razy) zmieniła się siła wyporu działająca na balon?

10.20

Jaka jest wartość i zwrot siły wypadkowej działającej na balon o ciężarze 1000 N , na który działa siła wyporu o wartości 1050 N ? Narysuj odpowiedni rysunek.

10.21

Do naczynia o przekroju 20 cm^2 w płaszczyźnie poziomej wlewo wodę do wysokości $h_1 = 30 \text{ cm}$, a następnie warstwę nafty o grubości $h_2 = 20 \text{ cm}$. Oblicz:

- ciśnienie hydrostatyczne na granicy obu cieczy
- ciśnienie cieczy na dno naczynia

10.22

Naczynie, w którym znajduje się ciecz, ma wewnątrz o kształcie sześcianu. Ciecz przelano do drugiego naczynia, którego wewnątrz również ma kształt sześcianu. Krawędź drugiego sześcianu jest jednak dwukrotnie większa niż pierwszego. Jakie będą ciśnienie i parcie na dno naczynia większego w porównaniu z ich wartościami w naczyniu pierwszym?

10.23

W naczyniu znajduje się ciecz o gęstości ρ_c . Do cieczy tej włożono ciało stałe o gęstości $\rho < \rho_c$ i objętości V . Jak zmieniło się parcie i ciśnienie na dno o powierzchni S ?

10.24

Na powierzchni morza dryfuje duża bryła lodu. Część tej bryły o objętości $V_l = 300 \text{ m}^3$ wystaje ponad poziom wody. Oblicz:

- objętość całej bryły
- objętość zanurzonej części bryły.

10.25

Przedmiot wykonany jest z metalicznego pierwiastka. Gdy jest zanurzony w wodzie, waga sprężynowa, do której go zaczepiono wskazuje 15.8 N . Gdy zanurzony jest w naftie, waga ta wskazuje 16.2 N . Ile wynosi objętość tego przedmiotu?

10.26

Na ramionach dźwigni w jednakowych odległościach od jej osi obrotu zawieszono kulki o jednakowych średnicach. Jedna kulka wykonana jest z żelaza, a druga z niklu.

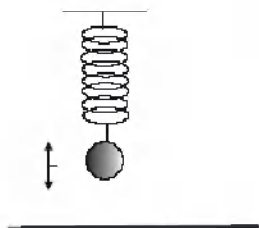
- Czy dźwignia będzie w równowadze? Odpowiedź uzasadnij.
- Którą z kulek trzeba zanurzyć w cieczy, by dźwignia była w równowadze? Ile powinna wynosić gęstość tej cieczy?

11. Ruch drgający i fale mechaniczne – zadania z arkusza I

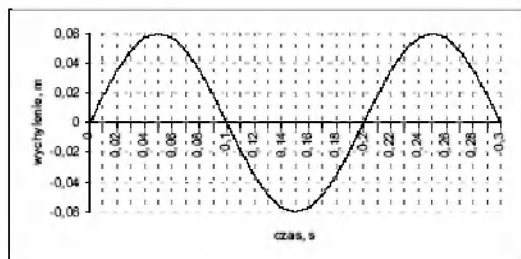
11.1

Zadanie 7. (1 pkt)

Na sprężynie zawieszono kulkę i pobudzono ją do drgań.



Wykres zamieszczony poniżej prezentuje zależność wychylenia kulki z położenia równowagi od czasu.



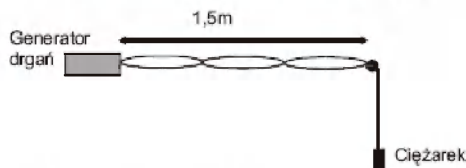
Wartość prędkości kulki wzrasta w przedziałach czasu:

- A. (0,0 s, 0,05 s) i (0,15 s, 0,2 s);
- B. (0,0 s, 0,05 s) i (0,1 s, 0,15 s);
- C. (0,05 s, 0,1 s) i (0,1 s, 0,15 s);
- D. (0,05 s, 0,1 s) i (0,15 s, 0,2 s).

11.2

Zadanie 8. (1 pkt)

Jeden koniec sznurka przymocowano do generatora drgań, a drugi obciążono ciężarkiem. Sznurek przewieszono przez błocek i ciężarek pobudzono do drgań o częstotliwości 250 Hz. Na sznurku zaobserwowano falę stojącą (rys.).



Prędkość rozchodzenia się tej fali ma wartość:

- A. 125 m/s;
- B. 250 m/s;
- C. 500 m/s;
- D. 750 m/s.

11.3

Zadanie 13. (2 pkt)

Zegar wahadłowy wykonuje drgania o amplitudzie równej 3 cm. Maksymalna siła wywołująca drgania ma wartość 10 N. Oblicz maksymalną energię drgań wahadła.

11.4

Zadanie 14. (2 pkt)

Z zakotwiczzonego statku wysłano pod wodą sygnał ultradźwiękowy w stronę góry lodowej.



Detektor odebrał na statku sygnał po upływie 0,5 s od jego nadania. Prędkość dźwięku w wodzie wynosi 1350 m/s. Oblicz odległość statku od góry lodowej.

11.5

Zadanie 15. (2 pkt)

Podczas burzy najpierw widzimy błyskawicę, a z pewnym opóźnieniem słyszymy grzmot. Wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje.

11.6

Zadanie 17. (3 pkt)

Sportowiec rozciąga na treningu sprężynę, ćwicząc mięśnie. Aby spowodować wydłużenie sprężyny o 50 cm musi działać siłą 600 N. Oblicz pracę, jaką wykonuje sportowiec podczas jednokrotnego rozciągnięcia sprężyny o 50 cm i po serii 30 rozciągnięć. Oblicz moc mięśni sportowca, jeżeli całą serię (30 rozciągnięć) wykonał w czasie jednej minuty.

11.7

Zadanie 15. (3 pkt)

Nić z włókna szklanego poddano mechanicznemu rozciąganiu. W tabelce zamieszczono zależność zmiany długości włókna od przyłożonej siły.

Siła, w niutonach	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Wydłużenie, w milimetrach	0	1,25	2,5	3,75	5	6,25	7,5

Narysuj wykres zależności siły rozciągającej od wydłużenia nici i oblicz współczynnik sprężystości włókna.

11.8

Zadanie 10. Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego (2 pkt)

Uczniowie przystąpili do wyznaczenia wartości przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi za pomocą wahadła matematycznego.

10.1 (1 pkt)

Wahadło odchylono o niewielki kąt od położenia równowagi i puszczono. Narysuj siły działające na wahadło matematyczne w tym momencie.

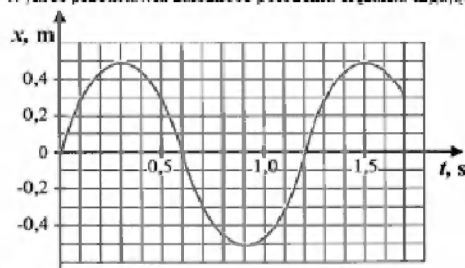
10.2 (1 pkt)

Wahadło wprowadzono w ruch. Podaj, jakie wielkości, charakteryzujące wahadło i jego ruch wystarczy zmierzyć, aby wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego.

11.9

Zadanie 13. Ciężarek na sprężynie (5 pkt)

Wykres przedstawia zależność położenia ciężarka drgającego na sprężynie od czasu.



13.1 (1 pkt)

Odczytaj z wykresu i zapisz, w których momentach czasu wartość prędkości ciężarka była równa zero.

13.2 (2 pkt)

Oblicz częstotliwość drgań ciężarka.

13.3 (2 pkt)

Odczytaj z wykresu i zapisz, w których momentach czasu wartość prędkości ciężarka była maksymalna oraz jaka była wartość wychylenia w tych momentach?

11.10

Zadanie 14. Wahadło (4 pkt)

Na nierozciągliwej cienkiej nici o długości 1,6 m zawieszono mały ciężarek, budując w ten sposób model wahadła matematycznego.

14.1 (2 pkt)

Podaj, czy okres drgań takiego wahadła, wychylonego z położenia równowagi o niewielki kąt ulegnie zmianie, jeśli na tej nici zawieszimy mały ciężarek o dwukrotnie większej masie. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiednich zależności.

14.2 (2 pkt)

Oblicz liczbę pełnych drgań, które wykonuje takie wahadło w czasie 8 s, gdy wychylono je o niewielki kąt z położenia równowagi i puszczono swobodnie. W obliczeniach przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s².

11.11

Zadanie 19. Echo (3 pkt)

Jeżeli dwa jednakowe dźwięki docierają do ucha w odstępie czasu dłuższym niż 0,1 s są słyszane przez człowieka oddzielnie (powstaje echo). Jeśli odstępow czasu jest krótszy od 0,1 s dwa dźwięki odbieramy jako jeden o przedłużonym czasie trwania (powstaje pogłos). Oblicz, w jakiej najmniejszej odległości od słuchacza powinna znajdować się pionowa ściana odbijająca dźwięk, aby po kłasnieniu w dłoń słuchacz usłyszał echo. Przyjmij, że wartość prędkości dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s.

11.12

Zadanie 5. (1 pkt)

Zależność pomiędzy wydłużeniem x , a wartością działającej siły F przedstawia równanie:

$$F = k \cdot x$$

k jest tu współczynnikiem proporcjonalności charakterystycznym dla danej sprężyny (stała sprężyny). Wydłużenie sprężyny o 2 cm powoduje siła o wartości 5N. Wydłużenie sprężyny o 3 cm spowoduje działająca siła o wartości:

- A) $\frac{5}{6}$ N.
- B) $\frac{6}{5}$ N.
- C) 7,5N.
- D) $\frac{10}{3}$ N.

11.13

Zadanie 9. (1 pkt)

Zakres częstotliwości fal dźwiękowych słyszanych przez ludzkie ucho wynosi od około 20 Hz do 20000 Hz. Stosunek długości fal odpowiadających tym częstotliwościom ma wartość:

- A) około 0,001. B) około 0,1. C) około 1000. D) około 10000.

11.14

Zadanie 14. Oscylator (3 pkt)

Wiszący na sprężynie ciężarek wykonuje drgania o okresie 2 sekundy z amplitudą 2 cm. Narysuj wykres zależności wychylenia drgającego ciężarka od czasu.

11.15

Zadanie 15. Ciężarki (2 pkt)

Uczniowie dysponowali dwoma różnymi ciężarkami i dwoma jednakowymi sprężynami oraz dwoma nitkami. Znana była masa tylko jednego z ciężarków. Uczniowie zaproponowali trzy nietypowe doświadczalne metody prowadzące do wyznaczenia masy drugiego ciężarka.

- Zawiesić ciężarki na jednakowych sprężynach i zmierzyć wydłużenie sprężyn.
- Zawiesić ciężarki na niciach o jednakowej długości i zmierzyć okresy drgań takich wahadeł, które można traktować jak wahadła matematyczne.
- Zawiesić ciężarki na jednakowych sprężynach i zmierzyć okresy drgań takich wahadeł.

Wskaż, która z zaproponowanych metod nie nadaje się do wyznaczenia masy ciężarka. Swoją odpowiedź krótko uzasadnij.

11.16

Zadanie 11. Drgania (2 pkt)

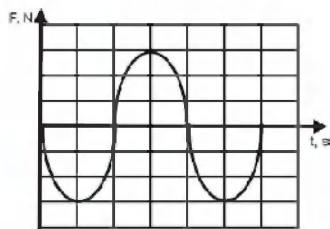
Przez rów przejeżdża deska. Tak zrobiona kładka przebiegało dziecko z różnymi prędkościami. Odpowiedz na poniższe pytania, zakładając, że opory ruchu są zanedbywalnie małe.

- Co się wydarzyło, gdy częstotliwość kroków dziecka była równa częstotliwości drgań własnych deski?
- Jak nazywa się i na czym polega to zjawisko?

11.17

Zadanie 14. (3 pkt)

Paweł i Ania badali ruch wahadła matematycznego. W pewnym momencie Ania zapytała Pawła, dlaczego ruch tego wahadła jest ruchem harmonicznym? Paweł zamiast wyjaśnienia narysował wykres zależności $F(t)$ dla ruchu tego wahadła.



Czy Paweł dał Ani poprawną odpowiedź? Uzasadnij swój sąd.

11.18

Zadanie 14. (2 pkt)

Huśtawka, na której siedzi Ania ma okres wahań 8 sekund. W pewnym momencie Ania znajduje się w najwyższym położeniu nad Ziemią. Oblicz czas, po którym od tego momentu Ania będzie poruszać się z maksymalną szybkością. Uzasadnij, dlaczego w tym momencie prędkość będzie największa.



11.19

Zadanie 9. Prawo Hooke'a (3 pkt)

Poniżej przedstawiono wartości modułu Younga dla różnych materiałów.

Aluminium	70 GPa
Guma	0,01 GPa
Miedź	130 GPa
Ołów	18 GPa
Pleksiglas	3 GPa

- Uporządkuj te materiały począwszy od tego, który najłatwiej odkształcić.
- Przy działaniu siłą 140 N, pręt aluminiowy wydłuża się o x . Jaką siłą należy podzielać na pręt ołowiany o tych samych wymiarach początkowych, aby uzyskać takie samo wydłużenie?

11.20

Zadanie 3. (1 punkt)

W węży gumowym, którego jeden koniec jest sztywno uwiązany, a drugi pobudzany do drgań powstała fala stojąca. Odległość między dwoma najbliższymi węzłami wynosi 1,5 m. Aby węzły przypadały co 1m należy częstotliwość

- zwiększyć 1,5 razy.
- zmniejszyć 1,5 razy.
- zwiększyć 3 razy.
- zmniejszyć 3 razy.

11.21

Zadanie 10. (1 pkt)

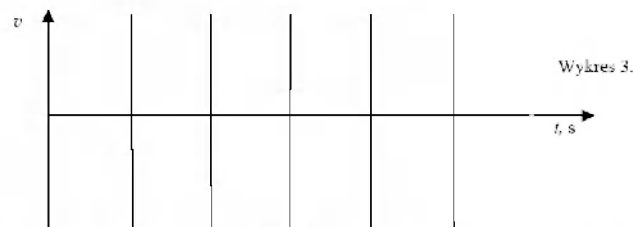
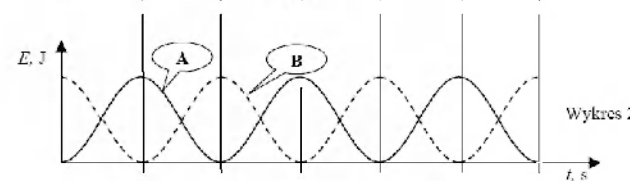
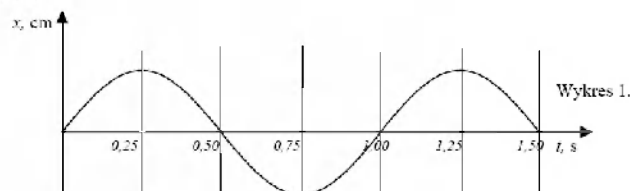
Okres drgań harmoniczných pewnego ciała zmalał dwukrotnie, natomiast amplituda drgań nie zmieniła się. Energia całkowita tych drgań:

- wzrosła dwukrotnie.
- wzrosła czterokrotnie.
- zmalała czterokrotnie.
- nie zmieniła się.

11.22

Zadanie 14. Drgania (3 pkt)

Wykres 1. przedstawia zależność wychylenia punktu drgającego od czasu. Wykres 2. przedstawia zależność energii kinetycznej i potencjalnej od czasu dla tego samego punktu drgającego.



- Na wykresie 3. narysuj zależność wartości prędkości od czasu dla tego samego punktu drgającego. (1 pkt)
- Wykaż, że na wykresie 2. krzywa A przedstawia zależność energii potencjalnej, a krzywa B energii kinetycznej od czasu. (1 pkt)
- Odczytaj i podaj wartość okresu zmian energii. (1 pkt)

11.23

Zadanie 22. (2 pkt)

Stojąc w pewnej odległości od wysokiej, pionowej skały Jaś głośno krzyknął. Usłyszał echo po czasie 0,5 s. Oblicz, jak daleko znajdował się od skały? Jaka jest długość fali akustycznej wywołanej krzykiem, jeśli jej częstotliwość $f = 220\text{Hz}$? (Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s).

11.24

Zadanie 9 (1 pkt)

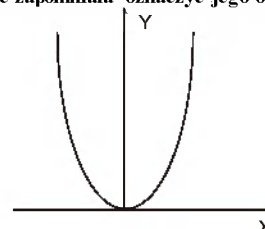
Na powierzchnię dwóch ośrodków pada fala pod kątem α . W każdym ośrodku fala rozchodzi się z inną prędkością. Gdy kąt padania fali zwiększymy dwukrotnie, to kąt załamania:

- wzrośnie dwukrotnie,
- zmaleje dwukrotnie,
- wzrośnie lub zmaleje dwukrotnie w zależności od rodzaju ośrodków, w których fala biegnie,
- żadna odpowiedź nie jest poprawna.

11.25

Marysia pisała klasówkę sprawdzającą umiejętności z ruchu drgającego.

Narysowała wykres, ale zapomniła oznaczyć jego osie



Przedstawiony na rysunku wykres ma sens fizyczny dla pary współrzędnych:

	X	Y
A.	czas	całkowita energia ruchu drgającego
B.	wychylenie	przyspieszenie
C.	masa	współczynnik sprężystości
D.	wychylenie	energia sprężystości ruchu drgającego

11.26

Zadanie 8 (1 pkt)

Fala poprzeczna przemieszcza się z lewa na prawo, tak jak pokazano to na rysunku.



Posiadając tylko taką informację można wywnioskować, że kierunek drgań z nią związanych musi być

- w górę i w dół kartki;
- w prawą i w lewą stronę kartki;
- do nas i w głąb kartki prostopadle do niej;
- dowolny w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku przemieszczania się fali.

11.27

Zadanie 19 (3 pkt)

Częstotliwość dźwięku wydawanego przez najbliższą piszczałkę organową wynosi 16,35 Hz.



Oblicz długość tej piszczałki, jeżeli wiadomo, że jest ona otwarta na obu końcach. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s.

11.28

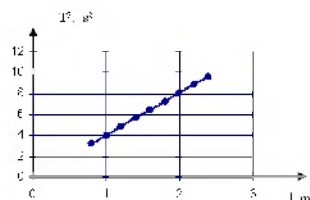
Zadanie 15 (2 pkt)

Marcin wyznaczał ziemskie przyspieszenie grawitacyjne wykorzystując ruch drgający. Wypisz, nazwy przyrządów, które Marcin wykorzystał do doświadczenia.

11.29

Zadanie 14.

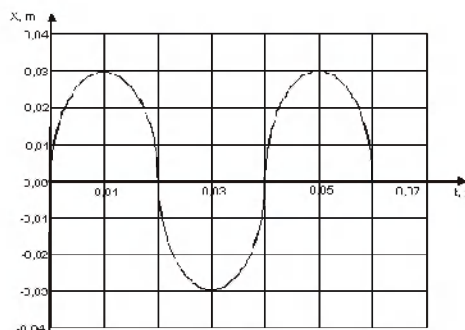
Grupa uczniów dokonała pomiaru zależności okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości. Wyniki przedstawili w postaci wykresu. Podaj interpretację współczynnika kierunkowego otrzymanej prostej.



11.30

Zadanie 21 (4 pkt)

Na wykresie przedstawiono zależność wychYLENIA drgającego wahadła matematycznego od czasu.



Oblicz wartość maksymalnej prędkości drgań i narysuj wykres zależności prędkości drgającego wahadła od czasu.

11.31

Zadanie 7. (1 pkt)

Rozciągnięcie sprężyny o 1 cm z położenia równowagi wymaga wykonania pracy 2 J. Rozciągnięcie tej samej sprężyny o 3 cm, również z położenia równowagi, wymaga wykonania pracy

- A. 6 J.
- B. 12 J.
- C. 18 J.
- D. 24 J.

11.32

18. Wahadło matematyczne (6 pkt)

Równanie opisujące zależność wychYLENIA od czasu, dla małej kulki zawieszonoj na cienkiej nici i poruszającej się ruchem harmonicznym, ma w układzie SI postać: $x = 0,02 \sin \sqrt{20} t$. Do obliczeń przyjmij, że układ ten można traktować jako wahadło matematyczne oraz, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

18.1. (2 pkt)

Oblicz długość tego wahadła.

18.2. (4 pkt)

Przedstaw na wykresie zależność wychYLENIA tego wahadła od czasu. Na wykresie zaznacz wartości liczbowe amplitudy oraz okresu drgań.

Ruch drgający i fale mechaniczne

– zadania z arkusza II

11.33

Zadanie 25. (wahadło)

Uczniowie podczas lekcji wyznaczyli masę Ziemi, wykorzystując wahadło matematyczne. Do dyspozycji uczniów przygotowano następujące przyrządy: nici, obciążniki o małych rozmiarach, stoper, pryzmat, haczyk przymocowany do sufitu sali. Uczniowie zapisali wyniki swoich pomiarów i obliczeń w tabelce:

Długość wahadła [m]	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5
Średni okres drgań [s]	1,43	1,73	1,99	2,24	2,45	2,66	2,83	3,00	3,17
Masa Ziemi [$\cdot 10^{24}$ kg]	5,885	5,939	6,031	5,958	5,988	5,952	5,994	5,976	5,988

Zadanie 25.1. (4 pkt)

Korzystając z wielkości mierzonych w doświadczeniu, przedstaw sposób obliczenia masy Ziemi oraz sprawdź jednostkę obliczonej masy.

Zadanie 25.2. (4 pkt)

Zapisz w punktach czynności wykonywane przez uczniów podczas doświadczenia.

Zadanie 25.3. (2 pkt)

Tablicowa wartość masy Ziemi wynosi $5,975 \cdot 10^{24}$ kg. Oszacuj niepewność pomiarową wyznaczonej doświadczalnie przez uczniów masy Ziemi. Posłuż się metodą błędu

względne δ (wykorzystaj wzór: $\delta = \frac{|A_t - A_p|}{A_t} \cdot 100\%$, gdzie A_t – tablicowa wartość

mierzonej wielkości, A_p – średnia wartość wyznaczanej wielkości).

Zadanie 25.4. (2 pkt)

Przeanalizuj i uzasadnij, czy masa wybranego obciążnika i jego rozmiary oraz długość nici mogą mieć wpływ na otrzymane wyniki.

11.34

Zadanie 21. Gwizdek (9 pkt)

Gwizdek (piszczałka zamknięta z jednego końca) wydaje ton o częstotliwości 2750 Hz. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s.

a) Wykonaj odpowiedni rysunek i na jego podstawie oblicz długość tego gwizdka.

b) Moc gwizdka wynosi $4\pi \cdot 10^{-8}$ W, próg słyszalności 10^{-12} W/m². W jakiej odległości od gwizdka nie będzie słychać jego dźwięku? (2 pkt)

c) Sędzia, używając gwizdka, biegnie w kierunku zawodnika z prędkością 12 km/h. Jaką częstotliwość dźwięku będzie słyszał zawodnik? (2 pkt)

d) Jaka byłaby częstotliwość tonu, gdyby gwizdek skrócić o 1/6 długości? (2 pkt)

11.35

Zadanie 26. Wahadła (10 pkt)

Metalową kulę o masie 0,1 kg zawieszono na nici o pewnej długości i wychyleno z położenia równowagi. Zależność wychYLENIA kulki x od czasu t możemy opisać wzorem:

$$x = 0,11 \sin \left(0,8\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$$

(Wartości liczbowe wielkości fizycznych, wyrażono w jednostkach układu SI).

26.1 (3 pkt)

Podaj i zapisz wartość amplitudy i fazy początkowej oraz oblicz okres drgań tego wahadła.

1. amplituda (1 pkt)

2. faza początkowa (1 pkt)

3. okres drgań (1 pkt)

26.2 (2 pkt)

Wykaz, że jeżeli okres wahań wahadła matematycznego jest równy 2 s, to jego długość wynosi około 1 m. Przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Tę samą metalową kulę zawieszono na sprężynie i wprowadzono w drgania. Okres drgań kulki był równy 2 s.

26.3 (2 pkt) Oblicz współczynnik sprężystości sprężyny (masę sprężyny pomini).

Obserwując dzieci huśtające się na huśtawce można zauważyć, że amplituda wahań w miarę upływu czasu stopniowo maleje.

26.4 (3 pkt)

Napisz, jakie trzy warunki należy spełnić, aby amplituda wahań huśtawki była stała. Przyjmij, że okres wahań wynosi 4 s.

1.

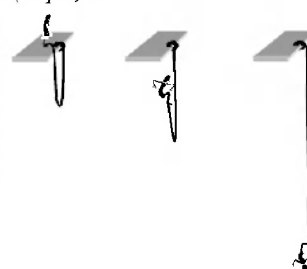


.....

11.36

Zadanie 1. BUNGEE – czyli skoki na linie (12 pkt)

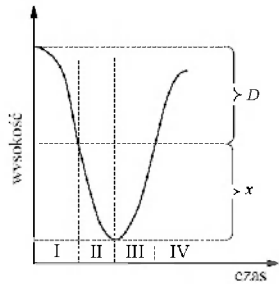
Skoki na linie zaczęły być popularne w różnych krajach w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Wykonując taki skok zawodnik przywiązuje do nóg sprężystą linę o długości D (zamocowaną drugim końcem do platformy startowej) i powoli przechylając się rozpoczyna swobodne spadanie w dół. Po wyprostowaniu linę zaczyna się rozciągać o długość x i hamuje ruch zawodnika.



1.1 (2 pkt)

Zamieszczony poniżej wykres przedstawia uproszczoną zależność wysokości skoczka nad powierzchnią Ziemi od czasu, jaki upływa od początku skoku. Przeanalizuj wykres oraz zjawisko spadania skoczka (działające siły) i zapisz w tabeli nazwę rodzaju ruchu (przyspieszony, opóźniony), jakim porusza się skoczek dla każdego etapu. Pomiń wzrost skoczka oraz ciężar liny.

Etap	Rodzaj ruchu
I	
II	
III	
IV	



1.2 (4 pkt)

Przed użyciem liny do skoków bungee, dokonano pomiarów zależności wydłużenia liny od wartości siły, z jaką ją rozciągano. Pomiarów dokonano z dokładnością: $\Delta F = \pm 50 \text{ N}$, $\Delta x = \pm 0,5 \text{ m}$. Wyniki zapisano w tabeli:

Siła F , N	550	650	900	1250	1850	2350
Wydłużenie x , m	4	5	7	10	14	18

Wykonaj na sąsiedniej stronie wykres zależności wartości siły rozciągającej linę od wydłużenia liny. W tym celu dobrać odpowiednio osie współrzędnych, skale wielkości i jednostki, zaznaczyć punkty, nanieść niepewności pomiarowe i wykreśli linię ilustrującą tę zależność.

1.3 (2 pkt)

Wykaż, że średnia wartość współczynnika sprężystości badanej liny wynosi około 130 N/m . Swobodnie zwisająca lina, o współczynniku sprężystości równym 130 N/m , ma długość $D = 20 \text{ m}$. Człowiek o masie 65 kg , któremu zamocowano do nóg koniec liny pochylił się i spada z platformy startowej. Ciężar liny pomiń.

1.4 (2 pkt)

Oblicz wartość prędkości skoczka w momencie, kiedy lina jest wyprostowana, ale jeszcze nie napięta. Pomiń opory powietrza.

1.5 (2 pkt)

Wykaż, wykonując niezbędne obliczenia, że maksymalne wydłużenie liny podczas skoku wynosi około 20 m .

11.37

Zadanie 25. (Wahadło)

Kolekcjoner antyków postanowił dorobić wahadła do starych zegarów wahadłowych. Kolekcjoner nie miał pojęcia, jak długie i ciężkie powinny być wahadła. Dlatego też próbował wahadeł o różnej długości i masie. Jego syn Jaś, chcąc sprawdzić, czy takie wahadła można potraktować jako wahadła matematyczne, zapisał otrzymane przez ojca wyniki w tabeli. W pierwszym wierszu tabeli podana jest długość wahadła, w drugim - kwadrat okresu jego wahań. Niepewność pomiaru okresu wynosiła około $0,1 \text{ s}$, w ostatnim wierszu tabeli podana jest niepewność pomiaru kwadratu okresu wahań. Niepewność pomiaru długości wynosiła $0,02 \text{ m}$. Tabela

l [m]	0.20	0.50	0.80	1.10	1.40	1.70
T^2 [s ²]	0.81	1.96	3.24	4.41	5.52	6.76
Δ [s ²]	0.18	0.28	0.36	0.42	0.47	0.52

Wyniki doświadczenia nie zależały również od masy wahadła. Spróbuj odtworzyć rozumowanie Jasia, który chce wyjaśnić ojcu otrzymane rezultaty.

25.1 (0-4 pkt)

W tym celu: sporządź wykres zależności kwadratu okresu od długości wahadła i zaznacz prostokąty niepewności pomiarowych. Pamiętaj o oznaczeniu osi i naniesieniu skali na każdą z nich.

25.2 (0-3 pkt)

Czy badane wahadła można traktować jak matematyczne? Uzasadnij odpowiedź na podstawie znanych Ci praw fizycznych i nrysowanego wykresu.

25.3 (0-3 pkt)

Syn kolekcjonera, Jaś, który pomagał ojcu w pomiarach, wyznaczył na podstawie narysowanego wykresu przyspieszenie ziemskie. Oblicz, jaki otrzymał wynik?

25.4 (0-7 pkt)

Uwzględniając prostokąty niepewności pomiarowych, dorysuj na wykresie prostą o największym i najmniejszym nachyleniu. Wykorzystując je, określ przedział wartości, do którego należy g wyznaczone w tym doświadczeniu.

25.5 (0-2 pkt)

Do jednego z zegarów kolekcjoner potrzebował wahadła o okresie drgań 2 sekundy . Na podstawie wykresu odpowiedz, jaka powinna być długość wahadła i jaka jest niepewność wyniku?

11.38

WAHADŁO MATEMATYCZNE

Studenci dokonali pomiaru zależności okresu drgań wahadła matematycznego od długości nici wahadła. Wyniki pomiarowe zamieszczono w tabeli poniżej.

Lp.	Długość wahadła l [m]	Okres drgań T [s]						Średnia wartość okresu T [s]	Niepewność pomiaru okresu ΔT [s]
		Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5	Pomiar 6		
1	0.20 ± 0.02	0.90	0.80	0.90	0.70	0.90	0.88	0.22	
2	0.40 ± 0.02	1.30	1.40	1.20	1.10	1.20			
3	0.60 ± 0.02	1.60	1.50	1.60	1.80	1.40	1.58	0.22	
4	0.80 ± 0.02	1.80	1.90	2.00	1.80	1.60			
5	1.00 ± 0.02	2.00	2.10	2.30	2.00	2.10			

Zadanie 23 (3 pkt.)

Uzupełnij dane w tabeli pomiarowej. Za niepewność pomiaru okresu dla każdej długości wahadła przyjmij wartość bezwzględną największej różnicy pomiędzy średnim okresem, a zmierzoną wartością okresu. Średnią wartość okresu i niepewność pomiarową okresu podaj z dokładnością do setnych części sekundy.

Zadanie 24 (3 pkt.)

Na podstawie danych pomiarowych wyznacz wartość przyspieszenia ziemskiego dla każdej długości wahadła. Oblicz średnią wartość przyspieszenia ziemskiego oraz podaj niepewność pomiarową średniej wartości przyspieszenia ziemskiego. Wyniki wpisz do tabelki poniżej. obliczone wartości podaj z dokładnością do setnych m/s^2 .

Lp.	Długość wahadła l [m]	Średni okres drgań T [s]	Niepewność pomiaru okresu ΔT [s]	Wartość przyspieszenia ziemskiego g [m/s^2]
1	0.20 ± 0.02	0.88	0.22	10.19
2	0.40 ± 0.02			
3	0.60 ± 0.02	1.58	0.22	9.48
4	0.80 ± 0.02			
5	1.00 ± 0.02			

Średnia wartość przyspieszenia ziemskiego

Niepewność pomiaru średniej wartości przyspieszenia ziemskiego

Średnią wartość przyspieszenia ziemskiego oblicz jako średnią arytmetyczną wartości przyspieszeń dla wszystkich długości wahadła.

Niepewność pomiaru średniej wartości przyspieszenia ziemskiego oblicz jako wartość bezwzględną największej różnicy średniej wartości przyspieszenia ziemskiego i wartości przyspieszenia ziemskiego dla danej długości wahadła.

Zadanie 25 (5 pkt.)

Narysuj wykres zależności okresu drgań wahadła matematycznego od długości nici. Nanieś na wykresie punkty pomiarowe, zaznacz niepewności pomiarowe oraz dopasuj odpowiednią krzywą.

Zadanie 26 (2 pkt.)

Ustal czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: Okres drgań wahadła matematycznego jest wprost proporcjonalny do długości nici wahadła. Odpowiedź uzasadnij.

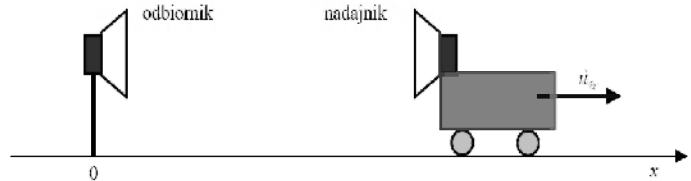
Zadanie 27 (5 pkt.)

Przedstaw na rysunku wahadło matematyczne w położeniu maksymalnego wychylenia oraz w położeniu równowagi. Narysuj wszystkie siły działające na kulkę wahadła w opisanych przypadkach. Przyjmij, że kąt maksymalnego wychylenia wahadła jest mniejszy od 5° .

11.39

Zadanie 3. Wózek (12 pkt)

Wózek z nadajnikiem fal ultradźwiękowych, spoczywający w chwili $t = 0$, zaczyna oddalać się od nieruchomego odbiornika ruchem jednostajnie przyspieszonym.



3.1 (2 pkt)

Napisz, jakim ruchem i w którą stronę powinien poruszać się niemożliwy układ odniesienia, aby opisywany w tym układzie wózek pozostawał w spoczynku.

3.2 (3 pkt)

W tabeli przedstawiono wyniki pomiarów częstotliwości odbieranej przez odbiornik, położenia oraz wartości prędkości dla poruszającego się wózka, dokonanych za pomocą automatycznego układu pomiarowego. Przyjmij, że wartość prędkości ultradźwięków w powietrzu wynosi 330 m/s .

f , Hz	1 000 000	998 789	997 582	996 377	995 175	993 976
x , m	0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.5
u_x , m/s	0	0.4	0.8	1.2		2.0

Uzupełnij tabelę, wykonując niezbędne obliczenia

3.3 (3 pkt)

Narysuj wykres zależności u_x^2 od $2x$, obliczając i uzupełniając brakujące wartości w tabeli.

f , Hz	1 000 000	998 789	997 582	996 377	995 175	993 976
x , m	0	0.1	0.4	0.9	1.6	2.5
$2x$, m						
u_x , m/s	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
u_x^2 , (m/s) ²						

3.4 (2 pkt)

Wyprowadź zależność matematyczną pozwalającą obliczyć wartość przyspieszenia wózka. Przyjmij, że dane są tylko położenie x i prędkość u_x wózka.

3.5 (2 pkt)

Oblicz wartość przyspieszenia wózka.

Ruch drgający i fale mechaniczne – inne zadania

11.40

Punkt materialny wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie 10cm. W fazie drgań równej 0,7 rad szybkość punktu wynosi 0,3m/s. Oblicz okres drgań punktu.

11.41

Punkt materialny ma w pewnym momencie szybkość 0,3m/s. Częstotliwość jego drgań wynosi 0,5Hz, a największe wychylenie 0,2m. Oblicz wartość przyspieszenia tego punktu.

11.42

Po jakim czasie drgający punkt będzie miał wychylenie równe połowie amplitudy? Rozważ dwa przypadki:

- czas liczony jest od momentu przejścia punktu przez położenie równowagi
- czas liczony jest od momentu, gdy $x=A$

11.43

Niewielkie ciało o masie 10g drga harmonicznie z okresem 10^{-2} s. Największe wychylenie w tym ruchu wynosi 10cm. Oblicz:

- największą wartość siły działającej na to ciało,
- wielkość energii kinetycznej ciała,
- wielkość energii potencjalnej ciała.

11.44

Wykonaj wykresy wskazujące, jak zmieniają się w czasie drgania harmoniczne energie ciała: kinetyczna, potencjalna i całkowita. Ruch rozpoczyna się w momencie, gdy ciało znajduje się w położeniu równowagi.

11.45

Oblicz wychylenie punktu materialnego, przy którym jego energia potencjalna jest równa energii kinetycznej.

11.46

Na dwóch sprężynkach o współczynnikach sprężystości k_1 i k_2 wisi ciężarek o masie m . Ciężarek wytrącono z położenia równowagi tak, że drga on w kierunku pionowym. Wyznacz okres drgań ciężarka w wypadkach, gdy sprężynki są połączone:

- szeregowo
- równolegle

11.47

Oblicz długość sekundowego wahadła matematycznego.

11.48

Przed startem rakiety ze statkiem kosmicznym kosmonauta zawiesił w swojej kabinie wahadło sekundowe. Podczas pionowego startu rakiety kosmonauta zauważył, że wahadło wykonuje 2 wahnięcia w ciągu 1s. Jakiemu przeciążeniu podlegał kosmonauta?

11.49

Wahadło matematyczne o długości l zawieszono na Marsie. Przyspieszenie grawitacyjne na Marsie stanowi 40% przyspieszenia grawitacyjnego na Ziemi. Jaki będzie okres drgań wahadła na Marsie?

11.50

Oblicz okres drgań wahadła sekundowego na powierzchni Księżyca. Masa Księżyca jest równa $1/81$ masy Ziemi, a jego promień stanowi 27% promienia Ziemi.

11.51

W kabinie, która porusza się z przyspieszeniem a , zaczepiono wahadło. Wyznacz okres wahań tego wahadła w przypadku, gdy:

- kabina wznosi się pionowo z przyspieszeniem a
- kabina pionowo opada z przyspieszeniem $a < g$
- kabina pionowo opada z przyspieszeniem $a > g$

11.52

Jak zachowa się wahadło zaczepione w kabinie statku kosmicznego krążącego wokół Ziemi?

11.53

Chłopiec stojąc w pewnej odległości od ściany lasu, krzyknął głośno. Po upływie 2 sekund echo powtórzyło krzyk chłopca. W jakiej odległości od chłopca znajdował się brzeg lasu? Prędkość dźwięku – 330 m/s.

11.54

Uderzono w jeden z końców otwartej rury żelaznej. Na drugim końcu rury odebrano dwa sygnały akustyczne w odstępie czasu równym 1s. Oblicz długość rury. Szybkość dźwięku w powietrzu wynosiła 340m/s, a w rurze 5300m/s.

11.55

Dźwięk o częstotliwości 600Hz przechodzi w czasie 0,744s z punktu leżącego 200m pod powierzchnią wody do punktu będącego w powietrzu 200m nad powierzchnią wody. Oba punkty leżą na linii pionowej. Szybkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu wynosi 330m/s. Oblicz długość fali dźwiękowej w powietrzu i w wodzie.

11.56

Fala akustyczna rozchodzi się w stali z prędkością 5km/s. Najbliższe punkty w stali, które mają różnicę faz 90° , odległe są od siebie o 1m. Oblicz częstotliwość dźwięku.

11.57

Struna o długości l napięta siłą F została pobudzona do drgań. Znana jest masa struny. Z jaką częstotliwością drga struna? Szybkość fali w strunie $v=(F \cdot l/m)^{1/2}$

11.58

Piszczalka jednostronnie otwarta ma od wewnątrz długość 19,3cm. Oblicz podstawową częstotliwość rezonansową dźwięku. Szybkość dźwięku wynosi 340m/s.

11.59

Samochód jadący z szybkością 72km/h zbliża się do stojącego człowieka.

Kierowca daje klaksonem sygnał o częstotliwości 500Hz. Po wyminięciu człowieka również daje ten sam sygnał. Jaka jest częstotliwość dźwięku sygnału słyszanego przez stojącego człowieka? Szybkość dźwięku w powietrzu wynosi 340m/s.

11.60

Gwizdek o częstotliwości drgań 600Hz porusza się po okręgu o promieniu 1m z szybkością kątową 15rad/s. Ile wynosi najwyższa i najniższa częstotliwość dźwięku odbieranego przez nieruchomego obserwatora znajdującego się w dużej odległości (w porównaniu z promieniem okręgu) od środka okręgu?

11.61

Maszynista pociągu ekspresowego, jadącego z szybkością 180km/h, zbliżając się do przejazdu kolejowego, włączył syrenę, wysyłając dźwięk o częstotliwości 18000Hz. Czy syrena spełni ostrzegawczą rolę?

11.62

Źródło dźwięku o mocy 10^{-6} W wysyła fale równomiernie we wszystkich kierunkach. Jak wielką energię fal wysłało to źródło w czasie 1 godziny? Jak wielka energia dotarła w ciągu 1 godziny do okna mieszkania odległego o 50m? Powierzchnia okna wynosi 1m^2 (pomijamy straty energii).

11.63

Źródło o mocy akustycznej $31,4 \cdot 10^{-7}$ W wysyła dźwięki o częstotliwości 1000Hz. W jakiej odległości od źródła człowiek przestaje słyszeć te dźwięki?

11.64

W odległości 4m od źródła dźwięku natężenie dźwięku wynosi $3 \cdot 10^{-4}\text{W/m}^2$. Oblicz poziom natężenia w tym miejscu i porównaj go z poziomem natężenia w odległości 12m od źródła. Porównaj też natężenia dźwięku w tych miejscach.

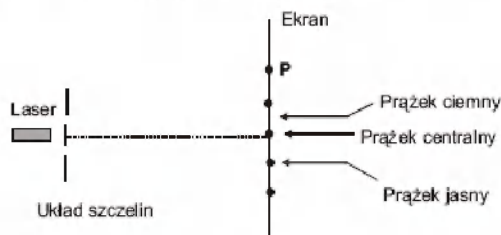
12. Fale elektromagnetyczne

– zadania z arkusza I

12.1

Zadanie 9. (1 pkt)

W doświadczeniu Younga za pomocą światła lasera o długości fali λ otrzymano na ekranie obraz interferencyjny przedstawiony na rysunku.



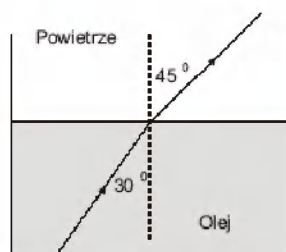
Różnica dróg faliowych dla prążka otrzymanego w punkcie P spełnia warunek:

- A. $\Delta r = \frac{3}{2} \lambda$;
 B. $\Delta r = 2\lambda$;
 C. $\Delta r = \frac{5}{2} \lambda$;
 D. $\Delta r = 4\lambda$.

12.2

Zadanie 22. (3 pkt)

W celu identyfikacji oleju zawartego w butelce wykorzystano zjawisko załamania światła. Bieg promienia świetlnego w badanym ośrodku przedstawiono poniżej na rysunku.



Wartości bezwzględnych współczynników załamania światła w różnych ośrodkach przedstawiono w tabeli:

SUBSTANCJA	WSPÓŁCZYNNIK ZAŁAMANIA
powietrze	1,00
olej uniwersalny	1,38
olej rzepakowy	1,41
olej parafinowy	1,44
olej z oliwek	1,47

Zidentyfikuj olej zawarty w butelce.

12.3

Zadanie 6. (1 pkt)

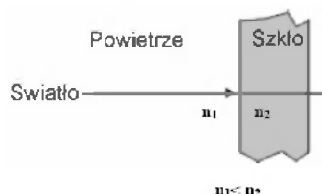
W laboratorium fizycznym przeprowadzono doświadczenia, podczas których zaobserwowano dyfrakcję wiązek: światła, elektronów, neutronów. Doświadczenia te potwierdzają, że

- A. wszystkie wiązki użyte w doświadczeniu są falami elektromagnetycznymi.
 B. wszystkie wiązki przenoszą ładunek.
 C. wiązki te można opisać za pomocą teorii korpuskularnej i teorii falowej.
 D. żadna z tych wiązek nie wywołuje zjawiska fotoelektrycznego.

12.4

Zadanie 9. (1 pkt)

Wiązka światła przechodzi z powietrza do szkła.



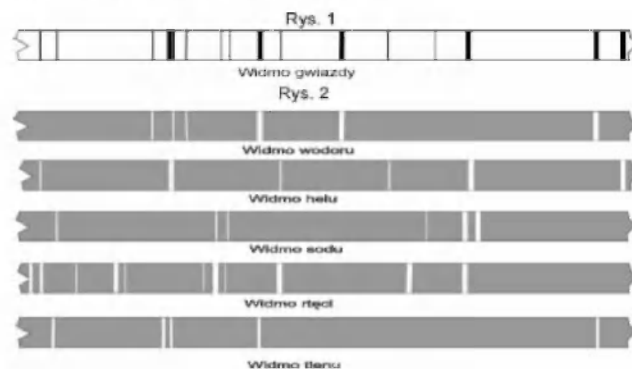
Jak podczas tego przejścia zmienia się prędkość, częstotliwość oraz długość fali? Wybierz odpowiedź zawierającą poprawne informacje.

	prędkość	częstotliwość	długość fali
A.	maleje	stała	maleje
B.	maleje	maleje	stała
C.	rośnie	stała	rośnie
D.	rośnie	rośnie	stała

12.5

Zadanie 25. (2 pkt)

Na rys. 1. przedstawiono linie spektralne w widanie absorpcyjnym odległej gwiazdy otrzymane za pomocą spektrografu siatkowego. Poniżej na rys. 2. zamieszczono widma emisyjne charakterystyczne dla wybranych atomów.

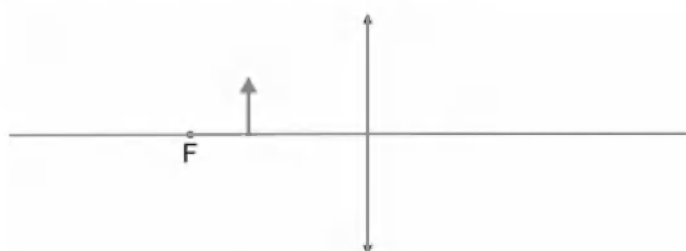


Po analizie widna gwiazdy i widm emisyjnych atomów stwierdzono, że w składzie chemicznym gwiazdy występują atomy wodoru i helu. Wyjaśnij, na czym polega analiza widmowa i dlaczego można było zapisać taki wniosek.

12.6

Zadanie 27. (2 pkt)

Przed soczewką dwuwypukłą (rys.) umieszczono przedmiot.



Na powyższym rysunku narysuj obraz tego przedmiotu. Zapisz trzy cechy powstałego obrazu.

12.7

Zadanie 7. (1 pkt)

Źródło światła znajduje się w odległości 0,7 m od soczewki skupiającej o ogniskowej 0,5 m. Obraz źródła będzie:

- A. rzeczywiście, pomniejszony.
 B. rzeczywiście, powiększony.
 C. pozorny, pomniejszony.
 D. pozorny, powiększony.

12.8

Zadanie 21. Płyta kompaktowa (2 pkt)

Odpowiedz na pytanie: jakim światłem należy oświetlić płytę kompaktową, aby znieść się barwnymi tęczy? Dzięki jakiemu zjawisku powstaje ten efekt?

12.9

Zadanie 5. (1 pkt)

Zdolność skupiająca zwierciadła kulistego wklęsłego o promieniu krzywizny 20 cm ma wartość

- A. 1/10 dioptrii.
 B. 1/5 dioptrii.
 C. 5 dioptrii.
 D. 10 dioptrii.

12.10

Zadanie 10. (1 pkt)

Podczas odczytu za pomocą wiązki światła laserowego informacji zapisanych na płycie CD wykorzystywane jest zjawisko

- A. polaryzacji.
 B. odbicia.
 C. załamania.
 D. interferencji.

12.11

Zadanie 18. Dwie soczewki (3 pkt)

Dwie identyczne soczewki płasko-wypukłe wykonane ze szkła zamocowano na ławie optycznej w odległości 0,5 m od siebie tak, że główne osie optyczne soczewek pokrywają się. Na pierwszą soczewkę wzdłuż głównej osi optycznej skierowano równoległą wiązkę światła, która po przejściu przez obie soczewki była nadal wiązką równoległą biegnącą wzdłuż głównej osi optycznej.

18.1 (1 pkt)

Wykonaj rysunek przedstawiający bieg wiązki promieni zgodnie z opisaną sytuacją. Zaznacz na rysunku położenie ognisk dla obu soczewek.

18.2 (2 pkt)

Oblicz ogniskową układu zbudowanego w powietrzu z tych soczewek po złożeniu ich płaskimi powierzchniami. Przyjmij, że promienie krzywizny soczewek wynoszą 12,5 cm, a bezwzględne współczynniki załamania światła w powietrzu oraz szkło wynoszą odpowiednio 1 i 1,5.

12.12

Zadanie 8. (1 pkt)

Promień światła słonecznego podczas zachodu Słońca pada na powierzchnię jeziora. Która z poniższych wielkości charakteryzujących światło słoneczne, nie ulega zmianie podczas przejścia światła z powietrza do wody?

- A) Prędkość światła.
- B) Częstotliwość fali świetlnej.
- C) Długość fali świetlnej.
- D) Kierunek rozchodzenia się światła

12.13

Zadanie 18. Soczewka (4 pkt)

Na osi optycznej cienkiej soczewki płasko-wypukłej o bezwzględny współczynniku załamania szkła 1,5 i promieniu krzywizny 20 cm ustawiono przedmiot w odległości 60 cm.

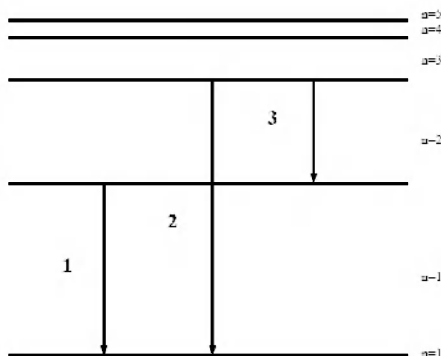
- a) Oblicz zdolność skupiającą tej soczewki.
- b) Oblicz, w jakiej odległości od soczewki powstanie obraz tego przedmiotu zakładając, że ogniskowa soczewki wynosi 40 cm.

12.14

Zadanie 6. (1 pkt)

Według modelu Bohra atom wodoru pochłania lub emituje energię tylko podczas przejść elektronu pomiędzy orbitami stacjonarnymi. Na rysunku poniżej przedstawiono niektóre przejścia pomiędzy poziomami energetycznymi. Przejścia te oznaczono liczbami 1, 2, 3. Odpowiada im odpowiednia emisja fal o długościach λ_1 , λ_2 , λ_3 . Wskaż właściwe uszeregowanie długości fal.

- A) $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$
- B) $\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda_3$
- C) $\lambda_1 < \lambda_3 < \lambda_2$
- D) $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$



12.15

Zadanie 7. (1 pkt)

Świecąca niewielką żarówkę umieszczono na głównej osi optycznej soczewki skupiającej, w odległości 10 cm od środka soczewki. W tej sytuacji nie powstaje obraz żarówki. Jeżeli żarówkę umieścimy w odległości 15 cm od soczewki, to otrzymany obraz żarówki będzie

- A) rzeczywisty i pomniejszony.
- B) pozorny i powiększony.
- C) rzeczywisty i powiększony.
- D) pozorny i pomniejszony.

12.16

Zadanie 17. Laser (6 pkt)

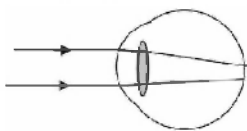
Wiązka światła laserowego tworzy z powierzchnią wody kąt 60° . Długość fali świetlnej, wysyłanej przez laser, jest równa w powietrzu 633 nm, a bezwzględny współczynnik załamania wody wynosi 4/3.

- a) Oblicz długość fali świetlnej w wodzie. (3 pkt)
- b) Wykaż, że w sytuacji opisanej w treści zadania następujące stwierdzenie jest fałszywe: Kąt między promieniem odbitym od powierzchni wody i promieniem załamanym jest mniejszy od 120° . Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiednich praw. (2 pkt)

12.17

Zadanie 20. (2 pkt)

Na rysunku przedstawiono oko z wadą wzroku.



Nazwij tę wadę i podaj sposób korekcji tej wady.

12.18

Zadanie 22. (2 pkt)

W atomie wodoru energia całkowita elektronu może być zapisana wzorem:

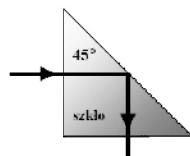
$$E = -\frac{1}{n^2} E_0$$

gdzie: E_0 – energia stanu podstawowego atomu, n – numer powłoki atomu. Narysuj model poziomów energetycznych dla atomu wodoru i zaznacz na nim przejście atomu między stanami energetycznymi związane z emisją promieniowania elektromagnetycznego przez ten atom.

12.19

Zadanie 17. (3 pkt)

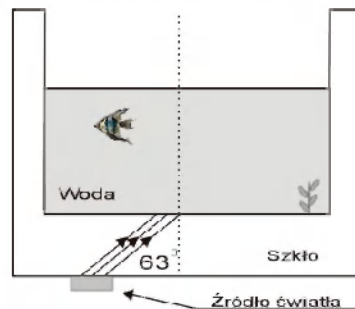
Współczynnik załamania światła w szkło wynosi 1,50. Uczeń narysował bieg promienia padającego na szklany pryzmat umieszczony w powietrzu (patrz rysunek obok). Czy uczeń narysował prawidłowo bieg promienia od momentu wejścia do pryzmatu do wyjścia z niego? Uzasadnij odpowiedź.



12.20

Zadanie 23. (3 pkt)

Maciek zaprojektował oświetlenie szklanego akwariuma o grubym dnie równoległą wiązką światła (rys.) padającą pod kątem 63° na powierzchnię wody.



Gdy w ciemnym pokoju Maciek spojrzał z góry na wodę w akwariumu to rybki były niewidoczne. Wyjaśnij, dlaczego obserwacja rybek w wodzie przez Macia była niemożliwa. Bezzględny współczynnik załamania światła w wodzie jest równy $\frac{4}{3}$, a w szkło $\frac{3}{2}$.

12.21

Zadanie 7. (1 pkt)

W pogodny dzień trudno zaobserwować osoby siedzące w samochodzie z zamkniętymi oknami, ponieważ przeszkadza w tym światło odbite od powierzchni szyby. Używając specjalnego filtra można jednak zaobserwować wnętrza samochodu. Wykorzystuje się w tym przypadku zjawisko

- A. interferencji światła.
- B. polaryzacji światła.
- C. dyfrakcji światła.
- D. załamania światła.

odpowiedź:

12.22

Zadanie 18. (3 pkt)

Dla pewnej soczewki otrzymano rzeczywisty obraz o tej samej wielkości co przedmiot, ustawiając przedmiot w odległości 20 cm od tej soczewki. Oblicz zdolność skupiającą tej soczewki.

12.23

Zadanie 19. (3 pkt)

Na siatkę dyfrakcyjną pada złote światło o długości fali 550 nm. Na ekranie umieszczonym w pobliżu siatki widać prążek drugiego rzędu pod kątem 60° w stosunku do obrazu centralnego.

- a) Oblicz stałą siatki.
- b) W opisywanym przypadku nie można zobaczyć na ekranie prążka trzeciego rzędu. Dlaczego?

12.24

Zadanie 20. (3 pkt)

Poniższa tabela przedstawia długości fal światła, które powstają przy przeskoku elektronu z orbity n na poziom podstawowy $n = 1$ (seria Lymana). Oblicz w eV (elektronowoltach) różnicę energii pomiędzy poziomem podstawowym a poziomem 4.

Numer początkowej orbity	Długość fali [nm]
2	121.6
3	102.6
4	97.0
5	94.9

12.25

Zadanie 5. (1 pkt)

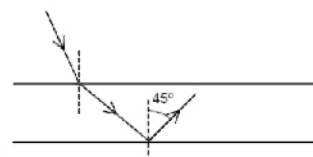
Jaka jest długość fali emitowanej przez atom wodoru przy przejściu ze stanu energetycznego $n = 3$ do stanu podstawowego? Przyjmij, że stała Rydberga wynosi 10^7 m^{-1} .

- A. $\frac{9}{5} \cdot 10^{-7} \text{ m}$
- B. $\frac{8}{9} \cdot 10^{-7} \text{ m}$
- C. $\frac{8}{9} \cdot 10^7 \text{ m}$
- D. $2,25 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

12.26

Zadanie 6. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono bieg promieni światła monochromatycznego w trzech ośrodkach: powietrzu ($n = 1$), wodzie ($n = 1,3$) i szkło ($n = 1,5$).



Ośrodki te to

- A. powietrze, woda, szkło
- B. szkło, woda, powietrze
- C. woda, powietrze, szkło
- D. szkło, powietrze, woda

12.27

Zadanie 16. Soczewka (5 pkt)

Przedmiot umieszczono w odległości 0,4 m od cienkiej soczewki skupiającej o ogniskowej 0,6 m.

a) Narysuj bieg promieni od przedmiotu do jego obrazu.

b) Scharakteryzuj powstały obraz.

c) Oblicz odległość, w jakiej powstaje obraz.

d) Ile wynosi powiększenie?

12.28

Zadanie 6. (1 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła wysłana przez laser pada prostopadłe na siatkę dyfrakcyjną. Na ekranie położonym za siatką dyfrakcyjną możemy zaobserwować

- A. pojedyncze widmo światła białego.
- B. jednobarwne prążki dyfrakcyjne.
- C. widma światła białego ułożone symetrycznie względem prążka zerowego.
- D. nie zaobserwujemy żadnego obrazu wiązki.

12.29

Zadanie 17. Stacja nadawcza (3 punkty).

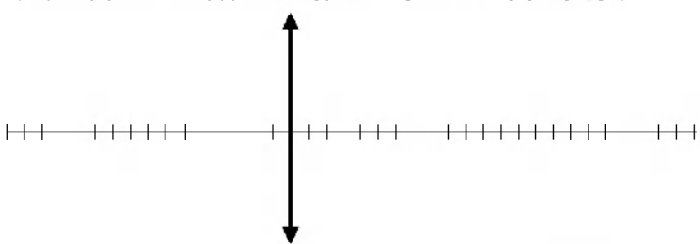
Pewna stacja nadawcza o mocy $P=200$ kW pracuje na częstotliwości $\nu=98$ MHz. Ile fotonów emituje antena tej stacji w ciągu jednej sekundy?

12.30

Zadanie 16. Soczewka (4 pkt)

W odległości 9 cm od soczewki skupiającej, której ogniskowa ma długość 6 cm, ustawiono świecący przedmiot o wysokości 2 cm.

a) Wykonaj rysunek ilustrujący konstrukcję obrazu w przedstawionej sytuacji. (1 pkt)



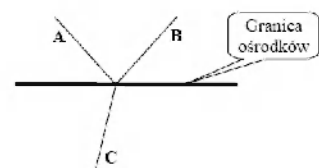
b) Powiększenie obrazu można obliczyć korzystając z zależności $p = \frac{h_i}{h_o} = \frac{|v'|}{x}$, gdzie h_i i h_o to

odpowiednio wysokość przedmiotu i obrazu. Korzystając z tej zależności oblicz powiększenie powstałego obrazu. (3 pkt)

12.31

Zadanie 17. Załamanie światła (3 pkt)

Monochromatyczną wiązkę światła skierowano na granicę dwóch ośrodków o różnych współczynnikach załamania. Na rysunku poniżej przedstawiono bieg trzech promieni: promienia padającego, odbitego i załamane.



Promień padający	
Promień odbity	
Promień załamany	

a) Wpisz w tabeli, zamieszczonej powyżej, litery A, B i C odpowiadające tym trzem promieniom. (1 pkt)

b) Podaj dwa warunki jakie muszą być spełnione, aby na granicy dwóch ośrodków wystąpiło zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia. (2 pkt)

12.32

Zadanie 18. Laser (2 pkt)

Światło emitowane przez laser pada na ciało doskonale czarne (pochłaniające 100 % padającego na nie promieniowania). Oblicz liczbę fotonów w impulsie światła laserowego, jeżeli pochłonięta energia jest równa 0,5 J. W obliczeniach przyjmij, że długość fali świetlnej emitowanej przez laser w próżni wynosi 0,7 mikrometra.

12.33

Zadanie 20. Atom wodoru (4 pkt)

W swobodnym, wzbudzonym atomie wodoru elektron przeskakuje z orbity drugiej na pierwszą. Atom emituje wówczas w próżni kwant światła o długości fali $1,219 \cdot 10^{-7}$ m.

a) Wyjaśnij, dlaczego w wyniku emisji fotonu pęd atomu wodoru ulega zmianie. (2 pkt)

b) Oblicz energię emitowanego fotonu. (2 pkt)

12.34

Zadanie 16. Obraz świeczki (2 pkt)

Na stole postawiono świeczkę w odległości 20 cm od bombki choinkowej o średnicy 8 cm, znajdującej się w świetelnym stroiku. Sporządź odpowiedni rysunek i oblicz, w jakiej odległości od powierzchni bombki zobaczymy obraz świeczki?

12.35

Zadanie 14 (2 pkt)

Sonda kosmiczna znajduje się w odległości $3 \cdot 10^{11}$ m od Słońca. Potrzebuje ona wtedy baterii słonecznych o minimalnej powierzchni 4 m^2 aby otrzymać energię słoneczną niezbędną do jej właściwego funkcjonowania. Jaka minimalna powierzchnia baterii słonecznych okazałaby się niezbędna, gdyby sonda znalazła się w odległości $9 \cdot 10^{11}$ m od Słońca? Odpowiedź uzasadnij.

12.36

Zadanie 11. (1 pkt)

Harczerze chcą zapalić ognisko za pomocą soczewki z okularów Jasia, zauważyli bowiem, że soczewka skupia promień słoneczny. Jasio ma okulary o ogniskowej 0,5 m. Harczerze ustawili soczewkę prostopadłe do biegu promieni słonecznych. Zapalną powinni ustawić:

- A) możliwie blisko soczewki,
- B) w połowie odległości ogniskowej, to znaczy 0,25 m od soczewki,
- C) w odległości ogniskowej, to znaczy 0,5 m od soczewki,
- D) w odległości dwóch ogniskowych, czyli 1 m od soczewki.

12.37

Zadanie 6. (1 pkt)

Podczas przejścia wiązki światła z ośrodka o większym współczynniku załamania do ośrodka o mniejszym współczynniku załamania

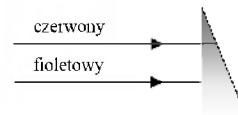
	długość fali	prędkość fali
A.	rośnie,	rośnie.
B.	rośnie,	maleje.
C.	maleje,	rośnie.
D.	maleje,	maleje.

12.38

Zadanie 7. (1 pkt)

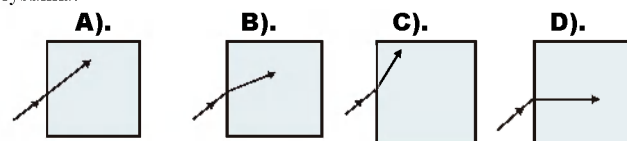
Dwa równoległe promienie świetlne czerwony i fioletowy padają na szklany pryzmat umieszczony w powietrzu (rys.). Po przejściu przez pryzmat będą one

- A. zbieżne.
- B. rozbieżne.
- C. równoległe.
- D. prostopadłe.



12.39

Przejście promienia świetlnego z powietrza do szkła prawidłowo przedstawiono na rysunku:



12.40

Zadanie 21. Atom wodoru (3 pkt)

Atom wodoru znajduje się w stanie podstawowym. Energia elektronu na pierwszej orbicie atomu wodoru jest równa $-13,6$ eV.

21.1. (1 pkt)

Podaj (w eV) najmniejszą wartość energii, jaką musi pochłoniąć elektron, aby atom uległ jonizacji.

21.2. (2 pkt)

Określ (w eV) minimalną energię, jaką musi pochłoniąć elektron, aby atom uległ wzbudzeniu.

12.41

Zadanie 23. (2 pkt)

Płasko-wypukła soczewka rzutnika pisma jest wykonana ze szkła o współczynniku załamania $n = 1,5$. Ogniskowa soczewki w próżni wynosi 0,5 m. Wyznacz promień jej wypukłej powierzchni.

12.42

Zadanie 5 (1 pkt)

Foton o długości fali λ ma w próżni energię E. Energia innego fotonu o tej samej długości fali w ośrodku o współczynniku załamania n będzie mieć wartość:

- a) $\frac{E}{n}$
- b) $\frac{E}{n^2}$
- c) nE
- d) $n^2 E$

12.43

Zadanie 9 (1 pkt)

Na powierzchnię dwóch ośrodków pada fala pod kątem α . W każdym ośrodku fala rozchodzi się z inną prędkością. Gdy kąt padania fali zwiększymy dwukrotnie, to kąt załamania:

- a) wzrośnie dwukrotnie,
- b) zmaleje dwukrotnie,
- c) wzrośnie lub zmaleje dwukrotnie w zależności od rodzaju ośrodków, w których fala biegnie,
- d) żadna odpowiedź nie jest poprawna.

12.44

Zadanie 4. (1 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła wysłana przez laser pada prostopadłe na siatkę dyfrakcyjną. Na ekranie położonym za siatką dyfrakcyjną możemy zaobserwować

- A. jednobarwne prążki dyfrakcyjne.
- B. pojedyncze widmo światła białego.
- C. pojedynczy jednobarwny pas światła.
- D. widma światła białego ułożone symetrycznie względem prążka zerowego.

12.45

Zadanie 8. (1 pkt)

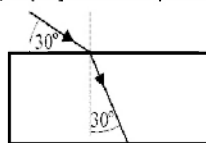
Podczas przejścia wiązki światła z ośrodka o większym współczynniku załamania do ośrodka o mniejszym współczynniku załamania

	długość fali	prędkość fali
A.	rośnie.	rośnie.
B.	rośnie.	maleje.
C.	maleje.	rośnie.
D.	maleje.	maleje.

12.46

17. Załamanie światła (4 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła biegnąca w powietrzu pada na przezroczystą płytkę płasko-równoległą tak jak pokazano na rysunku.



	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
$\sin \alpha$	0,5000	0,7071	0,8660
$\cos \alpha$	0,8660	0,7071	0,5000
$\tan \alpha$	0,5774	1,0000	1,7321
$\cot \alpha$	1,7321	1,0000	0,5774

17.1. (2 pkt)

Oblicz współczynnik załamania materiału, z którego wykonano płytkę. Wykorzystaj informacje zawarte na rysunku oraz tabelę.

17.2. (2 pkt)

Zapisz dwa warunki, jakie muszą być spełnione, aby na granicy dwóch ośrodków wystąpiło zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.

12.47

20. Atom wodoru (3 pkt)

Elektron w atomie wodoru przechodzi z orbity drugiej na pierwszą. Atom emituje wówczas światło, którego długość fali w próżni wynosi $1,22 \cdot 10^{-7}$ m.

20.1. (1 pkt)

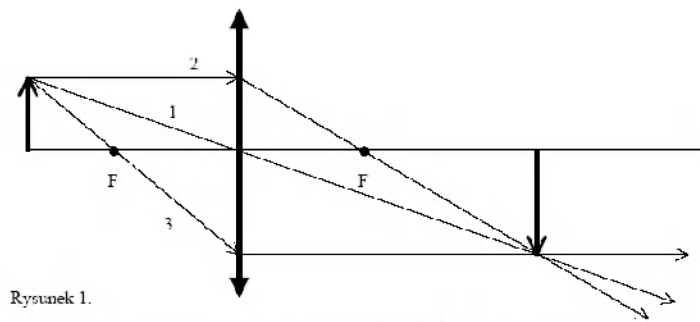
Oblicz częstotliwość fali wysyłanej podczas tego przejścia.

Fale elektromagnetyczne – zadania z arkusza II

12.48

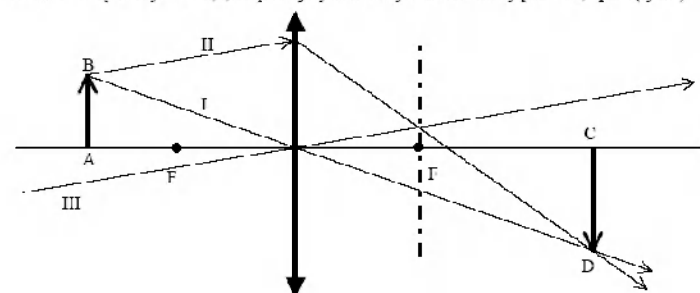
Zadanie 23. Promienie i obrazy

W szkole często rysowaliście obrazy powstające w soczewkach skupiających i rozpraszających. Dla uproszczenia przyjmuje się, że symbol  oznacza soczewkę skupiającą.



Rysunek 1.

Konstruowanie obrazu polega na poprowadzeniu co najmniej dwóch promieni z danego punktu i zaznaczeniu miejsca przecięcia się promieni załamanych w soczewce (obraz rzeczywisty) lub przedłużeniu tych promieni (obraz pozorny). Najczęściej posługujemy się promieniami przechodzącymi przez ognisko soczewki lub środek soczewki. Na rysunku 1. oznaczone są one cyframi 1, 2, 3. Spróbujmy teraz narysować dowolny promień, np. II (rys. 2).



Rysunek 2.

Promień II po przejściu przez soczewkę musi przejść przez punkt będący obrazem punktu B, czyli przez punkt D. Poprowadźmy teraz promień równoległy do promienia II przechodzący przez środek soczewki (III). Okazuje się, że promienie te przecinają się w płaszczyźnie prostopadłej do głównej osi optycznej przechodzącej przez ognisko. Jest to informacja, która pomaga zaoszczędzić dużo pracy przy rozwiązywaniu zadań konstrukcyjnych z optyki geometrycznej.

Polecenia:

23.1 (3 pkt)

Obrazem punktu A w soczewce skupiającej jest punkt B. Wyznacz konstrukcyjnie (na poniższym rysunku) położenie soczewki i położenie ognisk w soczewce skupiającej.

A

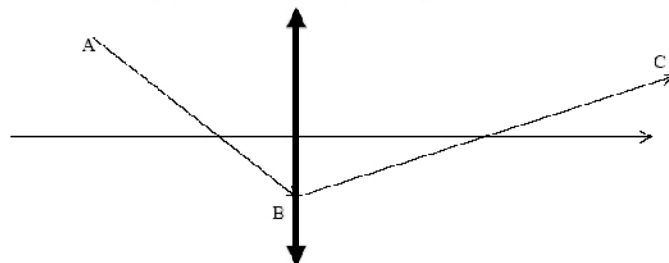
.

B

Rysunek 3.

23.2 (4 pkt)

Na rysunku 4. pokazano bieg promienia ABC przez soczewkę skupiającą. Wyznacz konstrukcyjnie (na poniższym rysunku) położenie ognisk soczewki.



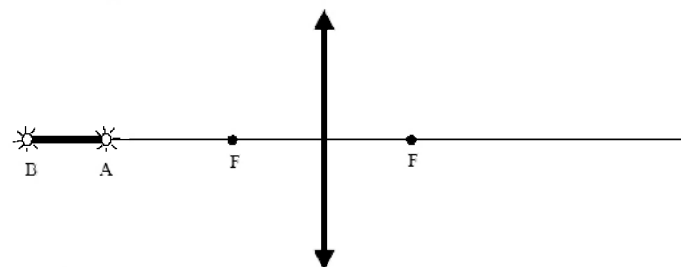
Rysunek 4.

Poniższy tekst odnosi się do poleceń 23.3 – 23.8.

Na obu końcach kijka o długości 20 cm uczniowie umieścili małe żarówki, które następnie podłączyli do baterii. Kijek z żarówkami umieścili wzdłuż osi optycznej soczewki, tak jak pokazuje rysunek 5. Ogniskowa soczewki skupiającej wynosi 20 cm. Żarówka A znajduje się 50 cm od soczewki.

23.3 (2 pkt)

Wyznacz konstrukcyjnie (na poniższym rysunku) położenie obrazu żarówki A i żarówki B w tej soczewce. Wskazówka: możesz narysować odpowiednio umieszczone siatki pomocnicze.



Rysunek 5.

23.4 (3 pkt)

Korzystając z równania soczewki udowodnij, że obraz żarówki A znajduje się w odległości $33\frac{1}{3}$ cm, a obraz żarówki B w odległości 28 cm od soczewki.

23.5 (1 pkt)

Oblicz długość obrazu kijka, jaki uzyskano w tej soczewce.

23.6 (1 pkt)

Oblicz powiększenie liniowe obrazu kijka.

23.7 (3 pkt)

Oblicz promień krzywizny użytej w ćwiczeniu soczewki płasko-wypukłej, jeżeli wiadomo, że wykonana jest ona ze szkła o współczynniku załamania $n = 1,6$, a jej ogniskowa w powietrzu ($n_p = 1$) wynosi 20 cm.

23.8 (3 pkt)

Oblicz, ile razy zwiększy się ogniskowa tej soczewki, jeżeli umieścimy ją w wodzie o współczynniku załamania $n_2 = 1,3$?

12.49

Zadanie 24. Soczewka (10 pkt)

W pracowni szkolnej za pomocą cienkiej szklanej soczewki dwuwypukłej o jednakowych promieniach krzywizny, zamontowanej na ławie optycznej, uzyskiwano obrazy świecącego przedmiotu. Tabela zawiera wyniki pomiarów odległości od soczewki przedmiotu x i ekranu y , na którym uzyskiwano ostre obrazy przedmiotu. Bezwzględne współczynniki załamania powietrza oraz szkła wynoszą odpowiednio 1 i 1,5.

$x(\text{m})$	$y(\text{m})$
$\Delta x = \pm 0,02$	$\Delta y = \pm 0,02$
0,11	0,80
0,12	0,60
0,15	0,30
0,20	0,20
0,30	0,15
0,60	0,12
0,80	0,11

24.1 (3 pkt)

Oblicz promień krzywizny soczewki wiedząc, że jeśli przedmiot był w odległości 0,3 m od soczewki to obraz rzeczywisty powstał w odległości 0,15 m od soczewki.

24.2 (4 pkt)

Naszkicuj wykres zależności $y(x)$. Zaznacz niepewności pomiarowe. Wykorzystaj dane zawarte w tabeli.

24.3 (3 pkt)

Gdy wartość x rośnie, y dąży do pewnej wartości, która jest wielkością charakterystyczną dla soczewki. Podaj nazwę tej wielkości fizycznej oraz oblicz jej wartość.

12.76

Jaki najwyższy rząd widma światła żółtego ($\lambda = 590 \text{ nm}$) pojawi się podczas przepuszczania tego światła przez siatkę dyfrakcyjną, której rysy odległe są od siebie o $2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$?

12.77

Oblicz długość fali światła emitowanego w serii:

- a) Lymana b) Balmera c) Paschena
(jeden wybrany przypadek w każdym podpunkcie).

12.78

Wklęsłe zwierciadło kuliste wytwarza obraz, który jest 4 razy większy od przedmiotu. Gdyby ten przedmiot ustawić o 2 cm bliżej zwierciadła, obraz byłby powiększony 6 razy. Oblicz ogniskową zwierciadła.

12.79

Płytką szklaną ma współczynnik załamania 1,5. Promień świetlny pada na płytkę pod kątem 40° i wychodzi z niej przesunięty o 1,15 cm. Oblicz grubość płyty.

12.80

Długość fali światła emitowanego przez laser helowo-neonowy wynosi w próżni $\lambda = 623,4 \text{ nm}$. Oblicz prędkość, długość fali i częstotliwość tego światła w glicerynie ($n = 1,473$).

13. Korpuskularne właściwości światła i falowe właściwości materii – zadania z arkusza I

13.1

Zadanie 22 (4 pkt)

Proton, którego długość fali de Broglie'a wynosi 10^{-11} m, wpada w obszar jednorodnego pola magnetycznego i porusza się w nim po okręgu o promieniu $2 \cdot 10^{-2}$ m. Oblicz wartość indukcji magnetycznej tego pola. Pomiń efekty relatywistyczne.

13.2

Zadanie 20. Dwoista natura światła (4 pkt)

Wzbudzony atom wodoru emituje promieniowanie związane z przejściem elektronu z powłoki trzeciej na drugą. Oblicz energię wyemitowanego kwantu i długość fali uzyskanej linii widmowej. Zapisz, czy linia ta wypada w zakresie światła widzialnego, jeśli światło widzialne zawiera fale w przedziale od 380 nm do 760 nm. Energia stanu podstawowego atomu wodoru $E = -13,6$ eV.

13.3

Zadanie 22. Fale materii (3 pkt)

Louis de Broglie przewidział, że cząstki elementarne wykazują własności falowe – cząstka o pędzie p jest falą o długości $\frac{h}{p}$. Oblicz długość fali powolnego neutronu o energii kinetycznej $E = 1,6 \cdot 10^{-21}$ J. (Pomiń efekty relatywistyczne).

13.4

Zadanie 23. Fotoemisja (4 pkt)

Na powierzchnię metalu, dla którego praca wyjścia wynosi $\Phi = 1,8$ eV, pada:

- 500 fotonów o energii 2 eV każdy,
- 1000 identycznych fotonów o energii 1,7 eV każdy.

Oblicz, ile elektronów zostanie wybitych w każdym z podanych przypadków oraz jaka będzie energia kinetyczna każdego z nich. Odpowiedź krótko uzasadnij.

13.5

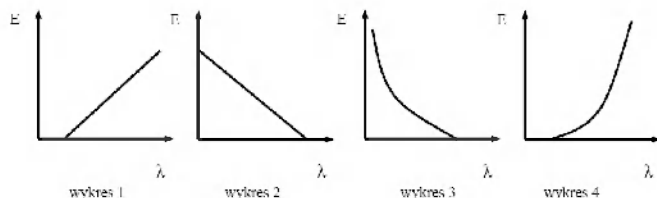
Zadanie 19. Fale materii (4 pkt)

Oblicz energię kinetyczną protonu, któremu można przypisać falę de Broglie'a o długości $2 \cdot 10^{-14}$ m.

13.6

Zadanie 5. (1 pkt)

Zależność maksymalnej energii kinetycznej elektronów, wybitych z katody fotokomórki, od długości fali elektromagnetycznej, padającej na katodę, poprawnie przedstawia wykres



- 1
- 2
- 3
- 4

13.7

Zadanie 20. Atom wodoru (2 pkt)

W atomie wodoru nieoznaczoność położenia elektronu jest równa promieniowi jego orbity w stanie podstawowym, czyli około $5,3 \cdot 10^{-11}$ m. Oblicz niepewność pomiaru wartości pędu elektronu w tym stanie.

13.8

Zadanie 6. (1 pkt)

Do elektroskopu przykręcamy płytkę, którą następnie elektryzujemy ujemnie. Po oświetleniu płytki silną wiązką światła obserwujemy, że płytka przestała być naelektryzowana (wskazówka elektroskopu opada). Zaobserwowaliśmy efekty zjawiska

- fotoelektrycznego zewnętrznego.
- całkowitego wewnętrznego odbicia.
- elektryzowania przez indukcję.
- dyfrakcji światła.

odpowiedź



13.9

Zadanie 9. (1 pkt)

Masa protonu jest około 1840 razy większa od masy elektronu. Jeżeli w polu elektrycznym elektron i proton uzyskają takie same prędkości to długość fali de Broglie'a będzie

- jednakowa dla obu cząstek, bo prędkości są jednakowe.
- większa dla protonu, bo ma on większą masę.
- mniejsza dla elektronu, bo ma on mniejszą masę.
- mniejsza dla protonu, bo ma on większą masę.

13.10

Zadanie 13. Fale materii (3 pkt)

Elektrony w mikroskopie elektronowym przyspieszane napięciem 100 kV uzyskują prędkość równą 0,6c.

Oblicz długość fali de Broglie'a tych elektronów. Potrzebne dane weź z tablic.

13.11

Zadanie 8. (1 pkt)

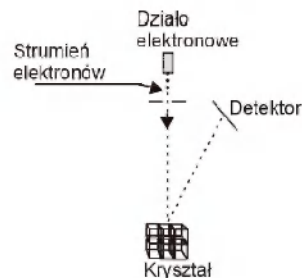
Powstawanie obrazów badanych próbek w mikroskopach elektronowych jest

- wynikiem przekazywania energii kinetycznej elektronów atomom próbki.
- dowodem na istnienie zjawisk optycznych jeszcze nie do końca wyjaśnionych.
- potwierdzeniem istnienia fal materii (dualizm korpuskularno-falowy).
- wynikiem przekształcenia się części elektronów na falę świetlną.

13.12

Zadanie 24. (4 pkt)

C.J. Davisson i L.H. Germer, przeprowadzili dyfrakcję elektronów na sieci krystalicznej, bombardując elektronami powierzchnię kryształu niklu (rys.).



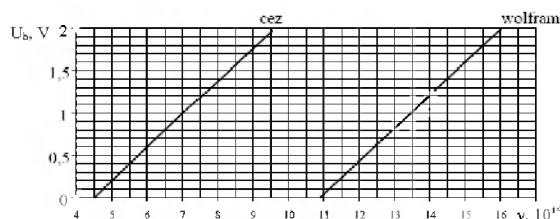
Swym doświadczeniem potwierdzili istnienie fal materii przewidzianych przez de Broglie'a i jednocześnie odkryli nową metodę badania struktury krystalicznej ciał stałych. Elektrony bombardujące powierzchnię kryształu niklu posiadały energię 50 eV. Oblicz długość fali de Broglie'a tych elektronów. Masa elektronu jest równa $9 \cdot 10^{-31}$ kg.

13.13

Zadanie 20. Fotokomórka (6 pkt)

Millikan zmierzył zależność napięcia hamowania od częstotliwości padającego światła dla dwóch fotokomórek, z których jedna miała fotokatodę z cezu, a druga z wolframu.

Wyniki jego pomiarów przedstawia wykres:



a) Jaką wartość stałej Plancka otrzymał Millikan, posługując się wartościami odczytanymi z wykresu?

b) Oblicz pracę wyjścia elektronu dla jednego z tych metali. Wynik podaj w dżulach i w elektronowoltach.

13.14

Zadanie 9. (1 pkt)

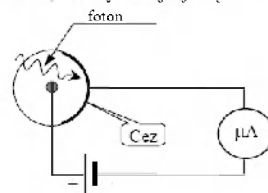
Zasada nieoznaczoności Heisenberga stwierdza, że

- im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym dokładniej znamy jej położenie.
- im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki tym, mniej dokładnie znamy jej położenie.
- im mniej dokładnie znamy wartość pędu cząstki tym, mniej dokładnie możemy ustalić jej położenie.
- nie ma związku pomiędzy dokładnościami ustalenia wartości pędu i położenia cząstki.

13.15

Zadanie 19. Fotokomórka (3 pkt)

Na rysunku przedstawiono obwód, w którym znajduje się fotokomórka.



Oblicz minimalną wartość pędu fotonu, który padając na wykonaną z cezu katodę fotokomórki spowoduje przepływ prądu w obwodzie. Praca wyjścia elektronów z cezu wynosi $2,9 \cdot 10^{-19}$ J.

13.16

Zadanie 7. (1 punkt)

Zwiększając 4 krotnie napięcie przyspieszające naładowaną cząstkę spowodujemy, że długość fali de Broglie'a

- wzrośnie 4 razy.
- wzrośnie 2 razy.
- zmaleje 2 razy.
- zmaleje 4 razy.

13.17

Zadanie 15. Fale materii (3 punkty)

Oblicz długość fali materii elektronu poruszającego się z prędkością o wartości $v = 0,6$ c. Uwzględnij efekty relatywistyczne.

13.18

Zadanie 23. Zjawisko fotoelektryczne (4 pkt)

Aby wyrwać elektron z powierzchni cezu należy wykonać pracę wyjścia $W = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Oblicz energię kinetyczną i prędkość wylatających elektronów, jeżeli cez jest oświetlany światłem żółtym o długości fali $\lambda = 0,589 \mu\text{m}$.

13.19

22. Elektron (3 pkt)

Elektron porusza się w jednorodnym polu magnetycznym po okręgu o promieniu $1 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. Długość fali de Broglie'a dla tego elektronu jest równa $2,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Oblicz wartość wektora indukcji magnetycznej pola magnetycznego, w którym porusza się ten elektron. Efekty relatywistyczne pomin.

13.20

Zadanie 5. (1 pkt)

Zasada nieoznaczoności Heisenberga stwierdza, że

- im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym dokładniej znamy jej położenie.
- im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym mniej dokładnie znamy jej położenie.
- nie ma związku pomiędzy dokładnościami ustalenia wartości pędu i położenia cząstki.
- im mniej dokładnie znamy wartość pędu cząstki, tym mniej dokładnie możemy ustalić jej położenie.

20.2. (2 pkt)

Oblicz energię emitowanego fotonu. Wynik podaj w eV.

13.21

22. Elektron (3 pkt)

Elektrony w kineskopie telewizyjnym są przyspieszane napięciem 14 kV. Oblicz długość fali de Broglie'a dla padającego na ekran elektronu. Efekty relatywistyczne pomin.

13.22

23. Fotokomórka (3 pkt)

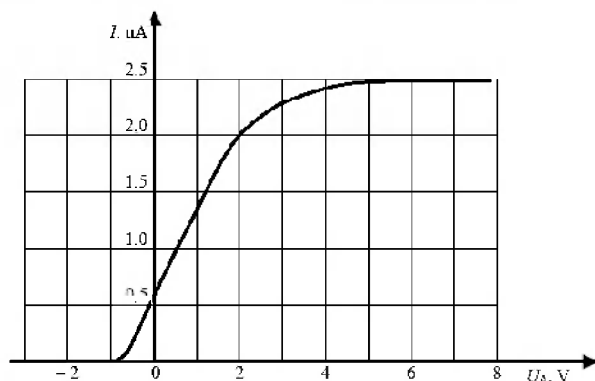
Oblicz minimalną wartość pędu fotonu, który padając na wykonaną z cezu katodę fotokomórki spowoduje przepływ prądu. Praca wyjścia elektronów z cezu wynosi 2,14 eV.

Korpuskularne właściwości światła i falowe właściwości materii – zadania z arkusza II

13.23

Zadanie 32. Fotokomórka (10 pkt)

Katoda fotokomórki oświetlana jest wiązką światła laserowego o długości fali 330 nm. Charakterystykę prądowo-napięciową tej fotokomórki przedstawiono poniżej na wykresie.



32.1 (4 pkt)

Korzystając z wykresu oblicz (w dżulach) pracę wyjścia elektronów z katody fotokomórki

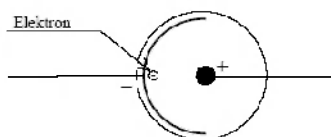
32.2 (1 pkt)

Tę samą fotokomórkę oświetlamy światłem o innej długości fali. Zapisz, jaki warunek musi być spełniony, aby po przyłożeniu odpowiedniego napięcia przez fotokomórkę popłynął prąd?

32.3 (2 pkt)

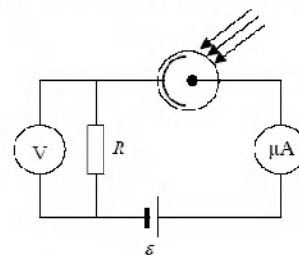
W przestrzeni między elektrodami rozważanej fotokomórki wytworzone jest pole elektryczne. Katoda jest częścią sfery, a anoda znajduje się w środku tej sfery.

Zapisz, jakim ruchem i po jakim torze (zaznacz na rysunku) będzie poruszać się elektron wybity przez foton, jeżeli jego prędkość początkowa po wybitiu będzie wynosiła zero. Uzasadnij swoją odpowiedź.



32.4 (3 pkt)

Fotokomórkę włączono w przedstawiony na rysunku obwód prądu elektrycznego.



Woltomierz, mierzący napięcie na zaciskach opornika, wskazał wartość 4 V, a amperomierz 2 μA. Oba przyrządy są idealne (tzn. opór woltomierza jest nieskończenie duży, a opór amperomierza zerowy). Oblicz opór opornika oraz siłę elektromotoryczną źródła prądu. Opór wewnętrzny źródła prądu jest mały więc go pomin.

Czy zwiększenie siły elektromotorycznej ogniva spowoduje proporcjonalne zwiększenie natężenia prądu w obwodzie? Odpowiedź uzasadnij.

13.24

Zadanie 25. Fotoefekt (10 pkt)

W pracowni fizycznej wykonano doświadczenie mające na celu badanie zjawiska fotoelektrycznego i doświadczalne wyznaczenie wartości stałej Plancka. W oparciu o wyniki pomiarów sporządzono poniższy wykres. Przedstawiono na nim zależność maksymalnej energii kinetycznej uwalnianych elektronów od częstotliwości światła padającego na fotokomórkę.

25.1 (1 pkt)

Odczytaj z wykresu i zapisz wartość częstotliwości granicznej promieniowania dla tej fotokatody.

25.2 (2 pkt)

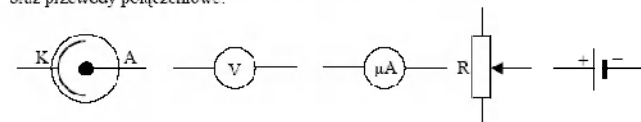
Oblicz, korzystając z wykresu, pracę wyjścia elektronów z fotokatody. Wynik podaj w elektronowoltach

25.3 (3 pkt)

Oblicz doświadczalną wartość stałej Plancka, wykorzystując tylko dane odczytane z wykresu oraz zależność $h \cdot \nu = W + E_k$.

25.4 (4 pkt)

Narysuj schemat układu elektrycznego pozwalającego wyznaczyć doświadczalną wartość napięcia hamowania fotoelektronów. Masz do dyspozycji elementy przedstawione poniżej oraz przewody połączeniowe.



13.25

Zadanie 26. Fotokomórka (9 pkt)

Natężenie prądu elektrycznego płynącego w obwodzie fotokomórki wynosi 0,1 mA, gdy na pokrytą litem fotokatodę pada fala elektromagnetyczna o długości $\lambda = 337,1 \text{ nm}$ emitowana przez laser azotowy. Praca wyjścia elektronów z litu wynosi 2,4 eV.

a) Oblicz maksymalną wartość prędkości elektronów po wyjściu z fotokatody. Wynik podaj w m/s. (3 pkt)

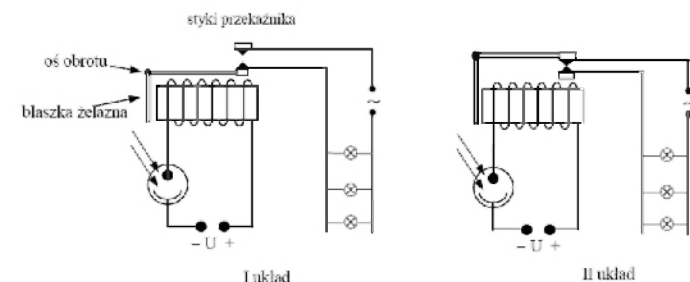
b) Oblicz wartość napięcia hamowania, przy którym ustaje przepływ elektronów wybitych z fotokatody. (2 pkt)

c) Oblicz moc wiązki laserowej opisanej w zadaniu. Przyjmij, że wszystkie wyemitowane z katody elektrony docierają do anody, oraz że każdy foton wybija jeden elektron. Wynik podaj w watach. (1 pkt)

13.26

Zadanie 26. (11 pkt) FOTOKOMÓRKA

Po lekcji o budowie i zasadzie działania fotokomórki nauczyciel fizyki polecił uczniom zaprojektowanie układu, który włączałby oświetlenie, kiedy zapada zmrok i wyłączał, kiedy zaczyna się dzień. Adam zaprojektował I układ, a Alek II układ. Poniższy rysunek przedstawia oba układy. Opis przy układzie I dotyczy także układu II.



a) (4 pkt) Napisz, który z układów działa zgodnie z założeniami. Opisz działanie obu układów, gdy światło świeci na fotokomórkę i gdy przestaje świecić.

b) (3 pkt) Katoda fotokomórki pokryta jest cezem, dla którego praca wyjścia elektronu wynosi 2 eV. Wykaż, że światło o długości fali $\lambda < 600 \text{ nm}$ (a więc światło widzialne) spowoduje działanie takiej fotokomórki.

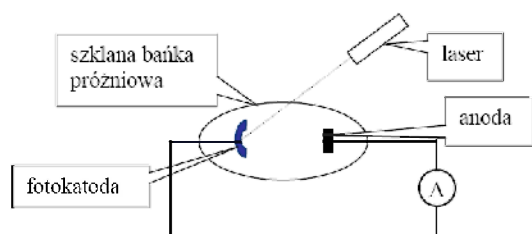
c) (2 pkt) Napięcie w obwodzie z żarówkami ma wartość skuteczną równą 230 V. Oblicz maksymalną wartość napięcia między zaciskami żarówek.

d) (2 pkt) W obwodzie włączono 3 żarówki o mocy 100 W każda. Oblicz skuteczne natężenie prądu płynącego między stykami przełącznika.

13.27

FOTOKOMÓRKA

Na rysunku przedstawiono schemat fotokomórki.



Fotokomórka składa się ze szklanej bańki próżniowej, we wnętrzu której znajdują się dwie elektrody, do których może być podłączone źródło napięcia. Wiązka fotonów emitowanych przez laser pada na elektrodę zwaną fotokatodą. Foton padając na fotokatodę oddaje jej całą swoją energię. Energia ta zostaje wykorzystana na wykonanie tzw. pracy wyjścia, w wyniku której elektron zostaje wybity z fotokatody oraz nadanie elektronowi energii kinetycznej. Zjawisko to nosi nazwę efektu fotoelektrycznego zewnętrznego. Wyemitowane w zjawisku fotoelektrycznym elektrony docierają do anody powodując przepływ prądu w tym obwodzie. Po wyłączeniu lasera przepływ prądu ustaje. Przepływ prądu ustaje także po podłączeniu do elektrod tzw. napięcia hamowania. Wówczas elektrony tracą swoją energię kinetyczną w wyniku wykonania pracy przeciw siłom pola elektrycznego i powracają do katody. W jednej z fotokomórek fotokatoda wykonana jest z litu. Praca wyjścia dla litu wynosi 2,4 eV. Na fotokatodę (patrz rysunek) pada fala elektromagnetyczna o długości fali 337,1 nm emitowana przez laser azotowy. Amperomierz wskazuje, że w obwodzie tej fotokomórki płynie prąd o natężeniu 0,1 mA.

Zadanie 34 (1 pkt)

Wyjaśnij krótko, na czym polega zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.

Zadanie 35 (2 pkt.)

Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: *Wzór Einsteina $h\nu = W + \frac{mv^2}{2}$, opisujący efekt fotoelektryczny, potwierdza słuszność zasady zachowania energii.* Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 36 (4 pkt.)

Oblicz energię pojedynczego fotonu emitowanego przez laser. Wynik podaj w eV.

Zadanie 37 (4 pkt.)

Oblicz maksymalną wartość prędkości elektronów po wyjściu z fotokatody. Wynik podaj w m/s. Przyjmij, że energia fotonu wynosi 3,7 eV.

Zadanie 38 (2 pkt.)

Oblicz wartość napięcia hamowania, przy którym ustaje przepływ elektronów wybitych z atomów litu w fotokomórce. Przyjmij, że energia fotonu wynosi 3,7 eV.

Zadanie 39 (3 pkt.)

Oblicz liczbę fotonów padających na fotokatodę w ciągu jednej sekundy. Przyjmij, że wszystkie wyemitowane z katody elektrony docierają do anody, oraz że każdy foton wybija jeden elektron.

Zadanie 40 (4 pkt.)

Zaznacz w tabeli te lasery, które nie wywołują zjawiska fotoelektrycznego w opisanej fotokomórce. Odpowiedź uzasadnij, wykonując odpowiednie obliczenia.

Lp	Nazwa lasera	Długość fali elektromagnetycznej emitowanej przez laser [nm]	Wpisz tak lub nie
1	helowo-ksenonowy	2026	
2	szafirowy	694,3	
3	kryptonowo-fluorowy	248	
4	fluoresceinowy	210	

Zadanie 41 (3 pkt.)

Oblicz moc wiązki laserowej przyjmując, że ilość fotonów emitowanych przez laser w ciągu sekundy wynosi $1,7 \cdot 10^{19}$. Przyjmij energię każdego fotonu równą 3,7 eV. Wynik podaj w watach.

Korpuskularne właściwości światła i falowe właściwości materii – inne zadania

13.28

Spoczywający względem wybranego inercjalnego układu odniesienia, wzbudzony atom wodoru wyemitował kwant promieniowania elektromagnetycznego o długości fali λ . Oblicz prędkość odrzutu atomu i uzyskaną przez niego energię kinetyczną. Masa atomu wodoru jest równa m_H .

13.29

Elektron i proton rozpędzono do takiej samej prędkości. Której z cząstek odpowiada dłuższa fala materii? Ile razy jest dłuższa?

13.30

Wyznacz długość fali odpowiadającej pociskowi karabinowemu o masie $m=3,4g$, lecącemu z prędkością $v=900m/s$. Skomentuj uzyskany wynik.

13.31

Do jakiej prędkości należy rozpędzić elektrony, aby mogły zostać użyte do oglądania wirusów w mikroskopie elektronowym? Długość wirusa $d=2,5 \cdot 10^{-7}m$. Długość fali de Broglie'a elektronów musi być mniejsza od oglądanego obiektu.

13.32

Określ rząd stałej siatki dyfrakcyjnej, na której mogłyby ulec dyfrakcji elektrony o energii 100 eV.

13.33

Jakiego napięcia przyspieszającego elektrony używa się w mikroskopie elektronowym, jeśli najmniejsze obserwowane obiekty mają rozmiary rzędu 0,2nm?

13.34

Wzbudzone jądro atomowe wyemitowało foton gamma o długości fali $10^{-13}m$. Oblicz masę i pęd odpowiadające temu fotonowi. Porównaj masę fotonu z masą spoczynkową elektronu.

13.35

W jakiej temperaturze średnia energia kinetyczna cząsteczki gazu jednoatomowego jest taka, jak energia fotonu światła żółtego o długości fali $5,9 \cdot 10^{-7}m$? Odpowiedź podaj też w elektronowoltach.

9. Neutron ma energię kinetyczną równą energii kinetycznej cząsteczki gazu jednoatomowego w temperaturze pokojowej 20°C. Oblicz długość fali związanej z neutronem

13.36

Spoczywający początkowo proton przyspieszony został napięciem 2kV. Oblicz długość fali związanej z protonem

13.37

Elektron ma szybkość 300m/s. Pomiaru tej szybkości dokonano z dokładnością 0,01%. Z jaką największą dokładnością można określić położenie elektronu?

12. Na powierzchnię metalu pada światło o energii fotonów 3 eV. Badając energię otrzymanych fotoelektronów stwierdzono, że najszybsze mają energię kinetyczną o wartości 2 eV. Ile wynosi praca wyjścia dla tego metalu?

13.38

Na powierzchnię metalu pada światło o energii fotonów 3 eV. Badając energię otrzymanych fotoelektronów stwierdzono, że najszybsze mają energię kinetyczną o wartości 2 eV. Ile wynosi praca wyjścia dla tego metalu?

13.39

Narysuj wykres zależności energii kinetycznej elektronu od częstotliwości dla cezu (praca wyjścia dla cezu wynosi 2,14 eV)

13.40

Przeprowadzono doświadczenie, które polegało na tym, że do elektroskopu zamiast kulki przymocowano płytkę cynkową. Płytkę naelektryzowano ładunkiem ujemnym. Następnie oświetlono ją kolejno światłem żółtym o długości fali 600nm i nadfioletem i długości fali 250nm. Praca wyjścia elektronów z cynku wynosi 4,3eV. Jakie efekty zaobserwowano w tym doświadczeniu?

13.41

Ile fotonów w ciągu czasu t emituje źródło światła żółtego o mocy P? Długość fali emitowanej przez to źródło wynosi λ .

13.42

Katodę fotoogniwa wykonano z metalu, dla którego praca wyjścia wynosi 2,8eV.

a) Naszkicuj wykres zależności energii elektronów emitowanych z katody fotoogniwa od energii padających na nią fotonów.

b) Naszkicuj wykres zależności wartości prędkości elektronów emitowanych z katody fotoogniwa od długości fali padającego na nią światła.

13.43

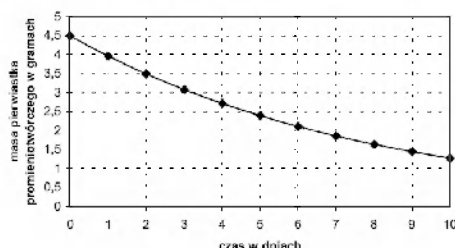
Elektron na orbicie można opisać za pomocą stojącej fali materii. Elektron na trzeciej orbicie atomu wodoru ma energię $E_3 = -1,51eV$, a promień tej orbity wynosi $4,76 \cdot 10^{-10}m$. Oblicz, ile długości fal odpowiadających temu elektronowi zmieści się na trzeciej orbicie i przedstaw to na rysunku.

14. Fizyka jądrowa – zadania z arkusza I

14.1

Zadanie 16. (2 pkt)

Promieniotwórczy izotop bizmutu $^{210}_{83}\text{Bi}$ ulega rozpadowi. Zależność masy tego izotopu od czasu przedstawiono na poniższym wykresie.



Oblicz, ile atomów pierwiastka promieniotwórczego pozostanie w naczyniu po czasie równym czasowi połowicznego zaniku bizmutu. Przyjmij, że masa molowa bizmutu jest równa jego liczbie masowej.

14.2

Zadanie 9. (1 pkt)

Izotop wodoru ^3H ma w porównaniu z izotopem helu ^3He :

- większą liczbę nukleonów,
- mniejszą liczbę nukleonów,
- większą liczbę neutronów,
- mniejszą liczbę neutronów.

14.3

Zadanie 10. (1 pkt)

Jądro uranu $^{238}_{92}\text{U}$ przechodzi w jądro ołowiu $^{206}_{82}\text{Pb}$ w wyniku kilku rozpadów promieniotwórczych. Liczba rozpadów α i β^- , odpowiadająca temu procesowi, jest odpowiednio równa:

- 8 i 6,
- 8 i 8,
- 8 i 10,
- 16 i 6.

14.4

Zadanie 7. (1 pkt)

Jądro pierwiastka ^A_ZX emituje cząstkę ^4_2He , przekształcając się w jądro Y. Wybierz odpowiedź, zawierającą poprawne informacje na temat jądra Y.

- $^{A-4}_{Z-4}\text{Y}$
- $^{A-2}_{Z-4}\text{Y}$
- $^{A-2}_{Z-2}\text{Y}$
- $^{A-4}_{Z-2}\text{Y}$

14.5

Zadanie 17. Masa i energia (2 pkt)

Słońce wypromiowuje w ciągu 1 sekundy około $4 \cdot 10^{26}$ J energii. Oblicz, o ile w wyniku tej emisji zmniejsza się masa Słońca.

14.6

Zadanie 18. Węgiel $^{14}_6\text{C}$ (3 pkt)

Okres połowicznego rozpadu izotopu węgla $^{14}_6\text{C}$ wynosi około 5700 lat. W znalezionych szczątkach kopalnych stwierdzono ośmiokrotnie niższą zawartość $^{14}_6\text{C}$ niż w atmosferze. Naszkicuj wykres zależności liczby jąder promieniotwórczych zawartych w szczątkach w zależności od czasu. Rozpocznij od chwili, gdy szczątki powstały (tkanki obumarły) do chwili obecnej. Początkową liczbę jąder oznacz przez N_0 . Zamieść na wykresie czas połowicznego zaniku. Oszacuj wiek znalezionych szczątków.

14.7

Zadanie 4. (1 pkt)

Jądro izotopu $^{235}_{92}\text{U}$ zawiera

- 235 neutronów.
- 327 nukleonów.
- 143 neutrony.
- 92 nukleony.

14.8

Zadanie 7. (1 pkt)

Energia elektromagnetyczna emitowana z powierzchni Słońca powstaje w jego wnętrzu w procesie

- syntezy lekkich jąder atomowych.
- rozszczepienia ciężkich jąder atomowych.
- syntezy związków chemicznych.
- rozpadu związków chemicznych.

14.9

Zadanie 16. Rozpad promieniotwórczy (4 pkt)

Rozpad jądra izotopu pewnego pierwiastka jest badany za pomocą licznika promieniowania. Tło, czyli liczba impulsów dochodzących do licznika z otoczenia wynosi 50 impulsów na minutę. Tabela przedstawia wyniki uzyskanych pomiarów.

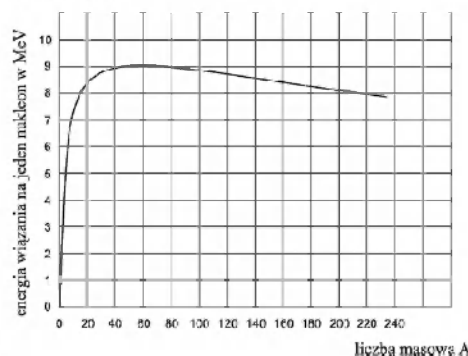
czas [godz.]	0	6	8	10,5	20
impulsy/minutę	1060	555	450	340	160

Narysuj wykres zależności aktywności źródła promieniowania od czasu i wyznacz czas połowicznego rozpadu badanego izotopu.

14.10

Zadanie 21. Energia wiązania (4 pkt)

Wykres przedstawia przybliżoną zależność energii wiązania jądra przypadającej na jeden nukleon od liczby masowej jądra.



21.1 (2 pkt)

Oblicz wartość energii wiązania jądra izotopu radonu (Rn) zawierającego 86 protonów i 134 neutrony. Wynik podaj w megaelektronowoltach.

21.2 (2 pkt)

Wyjaśnij krótko pojęcie jądrowego niedoboru masy („deficytu masy”). Zapisz formułę matematyczną pozwalającą obliczyć wartość niedoboru masy, jeśli znana jest energia wiązania jądra.

14.11

Zadanie 21. Izotop (4 pkt)

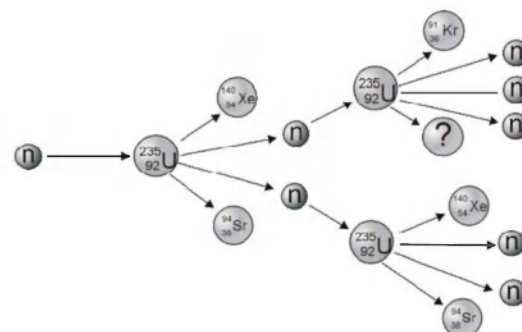
Czas połowicznego rozpadu izotopu $^{210}_{84}\text{Po}$ wynosi około 140 dni.

- Napisz równanie reakcji rozpadu tego izotopu wiedząc, że w jej wyniku powstaje izotop ołowiu $^{206}_{82}\text{Pb}$. Podaj nazwę wyemitowanej cząstki. (2 pkt)
- Oblicz, jaka część początkowej masy tego izotopu pozostanie po upływie 40 tygodni. (2 pkt)

14.12

Zadanie 8. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono schemat reakcji rozszczepienia uranu.



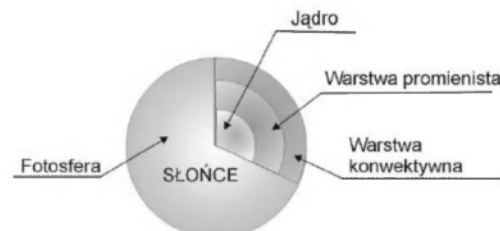
W miejscu gdzie na rysunku jest znak zapytania powinno znaleźć się jądro

- $^{138}_{53}\text{I}$.
- $^{141}_{56}\text{Ba}$.
- $^{138}_{54}\text{Xe}$.
- $^{141}_{58}\text{Ce}$.

14.13

Zadanie 19. (2 pkt)

Na rysunku przedstawiono schemat budowy Słońca.



Krótko opisz (maksymalnie 2 zdania), w jaki sposób produkowana jest energia w Słońcu i za pomocą jakich zjawisk transportowana jest ona na jego powierzchnię.

14.14

Zadanie 10. (1 pkt)

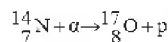
Moderator w reaktorze jądrowym służy do

- pochłaniania nadmiaru neutronów.
- regulacji liczby neutronów emitowanych podczas rozpadu jąder.
- zmniejszania energii kinetycznej neutronów.
- zablokowania reakcji rozszczepienia podczas awarii reaktora.

14.15

Zadanie 21. (2 pkt)

Rutherford przeprowadził pierwszą reakcję jądrową, która polegała na bombardowaniu jąder azotu cząstkami α . Równanie tej reakcji zapisano poniżej.



W tabeli zamieszczono masy jąder poszczególnych pierwiastków.

Jądro	Masa, u
${}^{14}_7\text{N}$	14,003074u
${}^4_2\text{He}$	4,002603u
${}^1_1\text{H}$	1,007825u
${}^{17}_8\text{O}$	15,994915u

Czy podczas tej reakcji energia jest wydzielana, czy do jej zajścia pobierana? Uzasadnij odpowiedź.

14.16

Zadanie 4. (1 punkt)

Źródłem energii gwiazd są reakcje

- A) rozszczepienia jąder atomowych.
B) egzotermiczne – chemiczne.
C) syntezy termojądrowej.
D) anihilacji par cząstka – antycząstka.

14.17

Zadanie 21. (4 pkt)

Neutron o masie $1,68 \cdot 10^{-27}$ kg mający energię kinetyczną o wartości 10^{-15} J uderza w nieruchome jądro uranu ${}^{235}_{92}\text{U}$ i zostaje przez nie pochłonięty. Wykaż, że prędkość neutronu przed uderzeniem w jądro miała wartość około $1,1 \cdot 10^6$ m/s i oblicz prędkość nowo powstałego jądra ${}^{236}_{92}\text{U}$. Przyjmij, że masa protonu jest równa masie neutronu.

14.18

Zadanie 18. Promieniotwórczość (4 pkt)

a) Uzupełnij poniższy schemat reakcji rozpadów promieniotwórczych.

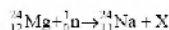


b) Ile wynosi okres połowicznego rozpadu ${}^{210}_{84}\text{Po}$, jeśli po 15 minutach z 64000 jąder tego izotopu polonu zostało 2000?

14.19

Zadanie 10. (1 pkt)

Przy pochłanianiu neutronu przez jądro izotopu magnezu ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ wytwarza się radioaktywny izotop sodu ${}^{24}_{11}\text{Na}$. Równanie tej reakcji jądrowej można zapisać następująco:



Emitowaną w wyniku tej reakcji cząstką X jest

- A. proton.
B. neutron.
C. elektron.
D. cząstka alfa.

14.20

Zadanie 8. (1 punkt)

Z jednego grama radu o okresie połowicznego rozpadu równym $T_{1/2} = 1\ 600$ lat pozostanie po upływie 8 000 lat około

- A) 1 mg.
B) 3 mg.
C) 5 mg.
D) 30 mg.

14.21

Zadanie 10. (1 punkt)

Reakcje syntezy termojądrowej zachodzące we wnętrzu Słońca nie wymagają obecności pól magnetycznych. Podczas realizacji ziemskiego odpowiednika tych reakcji bardzo silne pola magnetyczne są niezbędne, aby

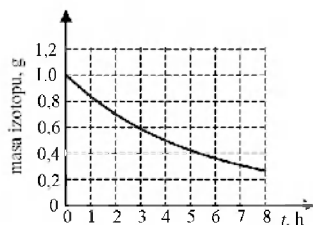
- A) zjonizować używany w eksperymentach wodór.
B) utrzymać gorącą plazmę w ograniczonej objętości.
C) zrekompensować brak wielokrotnie zjonizowanych metali.
D) odprowadzać wzdłuż linii takich pól powstającą w eksperymencie energię.

14.22

Zadanie 9. (1 pkt)

Pokazany obok wykres przedstawia zależność masy od czasu dla izotopu promieniotwórczego pewnego pierwiastka w próbce. Na jego podstawie można wywnioskować, że okres połowicznego rozpadu tego izotopu wynosi około

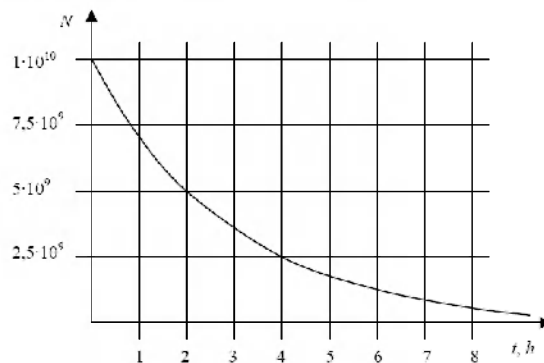
- A. 3 godzin.
B. 4 godzin.
C. 6 godzin.
D. 8 godzin.



14.23

Zadanie 21. Rozpad (2 pkt)

Na wykresie przedstawiono zależność liczby jąder N pozostałych w próbce pewnego izotopu promieniotwórczego od czasu.



a) Na podstawie wykresu odczytaj i podaj czas połowicznego rozpadu tego izotopu. (1 pkt)

b) Oblicz liczbę jąder, która uległa rozpadowi do końca 6. godziny. (1 pkt)

14.24

Zadanie 10. (1 pkt)

Podczas bombardowania płytki zawierającej izotop berylu ${}^9_4\text{Be}$ cząstkami α otrzymuje się jądro izotopu węgla ${}^{12}_6\text{C}$ i neutrony. Prawidłowy zapis zachodzącej reakcji to

- A. ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$.
B. ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + 2{}^1_0\text{n}$.
C. ${}^9_4\text{Be} + 2{}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$.
D. ${}^9_4\text{Be} + 2{}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + 4{}^1_0\text{n}$.

14.25

Zadanie 23. Radioterapia (2 pkt)

Radioterapia polega na niszczeniu komórek nowotworowych przy użyciu promieniowania jądrowego emitowanego przez różnego rodzaju izotopy promieniotwórcze umieszczone w pewnej odległości od tkanek.

Wyjaśnij, odwołując się do własności promieniowania jądrowego α i γ , dlaczego w radioterapii stosuje się głównie izotopy emitujące promieniowanie γ , a nie korzysta się z np. izotopów emitujących promieniowanie α .

14.26

Zadanie 6. (1 pkt)

W rozpadzie β jądro kobaltu ${}^{60}_{27}\text{Co}$ emituje elektron. W wyniku tej reakcji powstaje jądro:

- A) ${}^{60}_{28}\text{Ni}$, B) ${}^{61}_{27}\text{Co}$, C) ${}^{59}_{28}\text{Ni}$, D) ${}^{58}_{26}\text{Fe}$.

14.27

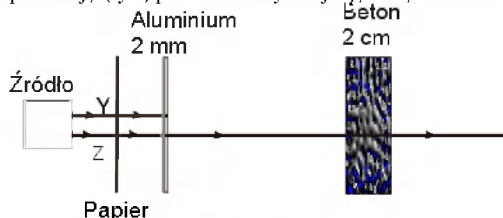
Zadanie 4 (1 pkt)

Pierwiastek promieniotwórczy uległ jednemu rozpadowi α i dwóm rozpadom β^- . Jądro pierwiastka otrzymanego po tych rozpadach zawiera:

- a) taką samą liczbę protonów jak jądro pierwiastka przed rozpadem.
b) taką samą liczbę neutronów jak jądro pierwiastka przed rozpadem.
c) taką samą liczbę nukleonów jak jądro pierwiastka przed rozpadem.
d) o dwa neutrony mniej niż jądro pierwiastka przed rozpadem.

14.28

Źródło emituje dwa rodzaje promieniowania jądrowego. Promieniowania te przenikają (rys.) przez materiały znajdujące się na ich drodze.



Która z poniższych odpowiedzi prawidłowo wskazuje poprawne nazwy rodzajów promieniowania emitowanego przez źródło?

	Promieniowanie Y	Promieniowanie Z
A.	alfa	beta
B.	alfa	gamma
C.	beta	gamma
D.	beta	alfa

14.29

Zadanie 9 (2 pkt.)

Przedstaw po dwa argumenty przemawiające za wykorzystywaniem energii jądrowej w energetyce i przeciwko jej wykorzystywaniu.

14.30

Zadanie 18 (3 pkt.)

Pierwiastek A_ZX doznaje rozpadu α a następnie dwóch kolejnych rozpadów β . Jakie będą wartości liczby masowej i atomowej pierwiastka Y powstałego w wyniku tego ciągu przemian promieniotwórczych. Uzasadnij odpowiedź.

14.31

Zadanie 6 (1 pkt)

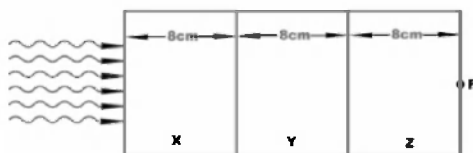
Chociaż protony w jądrze atomowym znajdują się bardzo blisko siebie, jądro nie rozpada się w związku z ich wzajemnym odpychaniem się siłami Coulomba. Dzieje się tak dlatego, że

- w jądrze znajduje się równa liczbie protonów liczba elektronów, które to odpychanie neutralizują;
- siła Coulomba nie działa w jądrze atomowym;
- w jądrze występują silne oddziaływania przeciwdziałające odpychaniu kulombowskiemu;
- neutrony w jądrze separują protony od siebie.

14.32

Zadanie 10 (4 pkt)

Trzy substancje X, Y i Z są wykorzystywane do pochłaniania promieniowania γ . Grubości ich warstwy, dla której następuje połowiczny zanik wiązki (natężenie wiązki po przejściu przez tę warstwę zmniejsza się o połowę) wynoszą dla nich odpowiednio 2 cm, 4 cm i 8 cm. Wiązka promieniowania pada na lewą stronę „kanapki” składającej się z warstw substancji X, Y i Z jak na rysunku. Jakie natężenie będzie miała wiązka w punkcie P po prawej stronie „kanapki”?



14.33

Zadanie 10. (1 pkt)

Trzy czwarte początkowej liczby jąder pewnego izotopu promieniotwórczego ulega rozpadowi w czasie 24 godzin. Okres połowicznego rozpadu tego izotopu jest równy

- 2 godziny.
- 4 godziny.
- 8 godzin.
- 12 godzin.

14.34

21. Reakcje jądrowe (3 pkt)

Bombardowanie jąder glinu ${}^{27}_{13}\text{Al}$ neutronami wywołuje różne skutki w zależności od ich prędkości. Powolne neutrony zostają pochłonięte przez jądra glinu. Neutrony o większych prędkościach powodują powstanie jąder magnezu (Mg) i emisję protonów. Jeszcze szybsze neutrony wywołują emisję cząstek α i powstanie jąder sodu (Na). Zapisz opisane powyżej reakcje.

Fizyka jądrowa – zadania z arkusza II

14.35

Zadanie 31. Syriusz (14 pkt)

Zimą najjaśniejszą gwiazdą naszego nocnego nieba jest Syriusz. Pod tą nazwą kryje się układ dwóch gwiazd poruszających się wokół wspólnego środka masy. Syriusz A jest gwiazdą ciągu głównego, a Syriusz B jest białym karłem i nie można go zobaczyć gołym okiem.

31.1 (2 pkt)

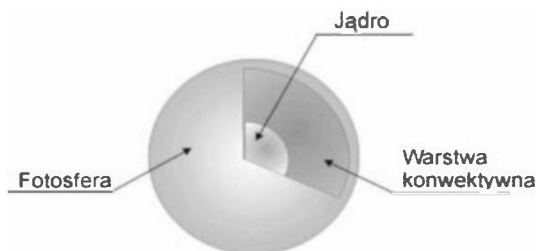
Na podstawie tekstu i własnej wiedzy wymień dwie charakterystyczne cechy białych karłów.

31.2 (3 pkt)

Średnia gęstość Syriusza B wynosi $2,4 \cdot 10^9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jego promień $5,9 \cdot 10^6 \text{ m}$. Oblicz wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Syriusza B, pomijając wpływ Syriusza A.

31.3 (2 pkt)

Na rysunku przedstawiono budowę wnętrza Syriusza A.



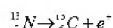
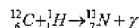
31.4 (3 pkt)

Głównym źródłem energii Syriusza A są reakcje termojądrowe polegające na zainicjowaniu wodoru w hel za pośrednictwem węgla i tlenu (tzw. cykl CNO).

- Uzupełnij równanie reakcji będącej częścią cyklu CNO.



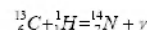
- Poniżej zamieszczono równania dwóch przemian jądrowych cyklu CNO. Obok równań reakcji zapisz nazwę tego typu procesu jądrowego.



Energia zawarta w jądrze gwiazdy transportowana jest na powierzchnię przez warstwę konwektywną, a z powierzchni fotosfery wypromiowana w przestrzeń kosmiczną. Zapisz, czym różni się transport energii w wyniku konwekcji od transportu poprzez promieniowanie.

31.5 (4 pkt)

W zachodzącym w jądrze Syriusza A cyklu CNO najwięcej energii wydziela się podczas reakcji zamiany węgla w azot



Oblicz, ile jąder węgla w Syriuszu A musiałyby ulec tego typu reakcji, by wytworzona energia mogła w normalnych warunkach stopić 1 g lodu. Ciepło topnienia lodu wynosi $3,34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$. Masy jąder wodoru, węgla i azotu mają wartości odpowiednio równe:

$$m_H = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, m_C = 21,586 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, m_N = 23,245 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

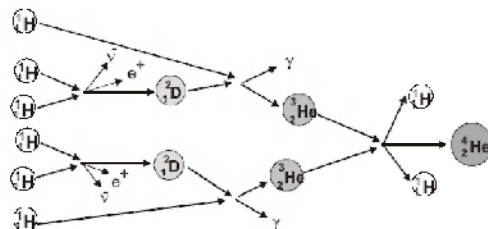
14.36

Zadanie 27. (energia Słońca)

Słońce – nasza dzienna gwiazda jest gigantyczną kulą rozżarzonej plazmy. Wodór stanowi 73% jej składu chemicznego, a hel – 25%. Dlatego wewnątrz Słońca znajduje się najwięcej protonów (jąder wodoru) i cząstek α (jąder helu). Te pierwsze są produktem wyjściowym syntezy jądrowej, a drugie – produktem finalnym tej reakcji.

Aby dwa protony mogły ulec syntezie, cząstki muszą znaleźć się w odległości około 10^{-15} m od siebie. Zbliżenie jąder na taką odległość jest utrudnione, gdyż pomiędzy nimi występują siły elektrostatycznego odpychania. Czynnikiem sprzyjającym zachodzeniu reakcji między jądrami wodoru oraz helu jest wysoka temperatura panująca w jądrze Słońca.

Najbardziej energetycznym typem reakcji zachodzącym w Słońcu jest cykl protonowy, którego schemat przedstawiono na rysunku poniżej.



Wydzielona podczas tego cyklu energia ma wartość $4 \cdot 10^{-12} \text{ J}$.

Odbiorcami energii wyprodukowanej w słonecznym piecu jądrowym są wszystkie ciała Układu Słonecznego. Ziemia – trzecia planeta słonecznej rodziny, obiegająca w ciągu roku orbitę okosłoneczną o promieniu 1 jednostki astronomicznej ($1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$) – otrzymuje siedem razy mniej tej energii niż Merkury. Do największej planety naszego układu – Jowisza, obiegającego Słońce w odległości 5 jednostek astronomicznych – dociera jej bardzo mało, dlatego temperatura na powierzchni tej planety mieści się w przedziale $(-140^\circ\text{C}, -100^\circ\text{C})$.

Zadanie 27.1. (2 pkt)

Przeanalizuj tekst i napisz, czy poniższe zdanie mogłoby znaleźć się w treści zadania. Odpowiedź uzasadnij, nie wykonując rachunków.

Siły grawitacji między protonami znajdującymi się wewnątrz Słońca przyczyniają się do zbliżania tych cząstek do siebie na bardzo małe odległości.

Zadanie 27.2. (4 pkt)

Zakładamy, że średnia energia kinetyczna każdego protonu, biorącego udział w reakcji syntezy, może być zapisana wzorem:

$$E_{\text{kin}} = C \cdot T, \text{ gdzie } C = 2,07 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}, T - \text{temperatura w K}$$

Oszacuj rząd wielkości temperatury, w której dwa odosobnione protony mogą zbliżyć się do siebie, pokonując elektrostatyczną barierę potencjału. Przyjmij, że stała elektrostatyczna $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.

Zadanie 27.3. (3 pkt)

Częścią składową cyklu protonowego (rys.) jest reakcja zamiany deuteru ${}^2_1\text{D}$ w hel ${}^3_2\text{He}$. Napisz równanie tej reakcji i oblicz energię wydzielną podczas tej reakcji. Masa wodoru wynosi $1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, masa deuteru $3,3434 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, masa izotopu helu ${}^3_2\text{He}$ $5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Zadanie 27.4. (3 pkt)

Oblicz okres obiegu Jowisza wokół Słońca.

14.37**Zadanie 28. Sonda Pioneer (9 pkt)**

Pod koniec kwietnia wielki radioteleskop w Madrycie wykrył słaby sygnał sztucznego pochodzenia z kierunku konstellacji Byka. To nie kosmita. Odezwała się sonda Pioneer 10, która z niewiadomych przyczyn milczała, od ośmiu miesięcy. [...]

Sygnał miał moc słabszą niż miliardowa (10^9) część bilionowej (10^{12}) części wata. Leciał do Ziemi prawie 11 godzin. To dlatego, że Pioneer 10 zawędrował już bardzo daleko - jest dziś w odległości dwa razy większej od Słońca niż planeta Pluton, czyli ok. 11,2 mld km. [...]

Teraz Pioneer 10 leci z prędkością 13 km/s w kierunku czerwonej gwiazdy Aldebaran w konstellacji Byka, która jest oddalona o 71 lat świetlnych i 155 razy jaśniejsza niż nasze Słońce. Sonda zmaga się tylko z upływem czasu. - Nasza gwarancja skończyła się już po 21 miesiącach, a dziś upływa 28. rok działania sondy - mówi nasz misji Larry Lasher z NASA. Pioneer 10 jest zasilany przez radioaktywny pluton-238. Rozpad plutonu generuje ciepło, zamieniane potem na elektryczność. Pluton wprawdzie rozpada się dość wolno - połowa paliwa znika po 92 latach, ale szybciej ulegają degradacji elementy, które przekształcają ciepło w prąd elektryczny....

(na podstawie: Piotr Cieślowski, Więści z daleka. Gazeta Wyborcza 4 maja 2001 r.)

28.1 (4 pkt)

Oszacuj czas (w latach) potrzebny na dotarcie sondy z Ziemi w pobliże orbity Plutona oraz czas podróży w pobliże gwiazdy Aldebaran. Odpowiedź uzasadnij obliczeniami. Przyjmij, że wartość prędkości sondy jest stała.

28.2 (1 pkt)

Poniższy diagram ma przedstawiać ciąg przemian energetycznych związanych z wystaniem informacji przez sondę Pioneer 10. Uzupełnij diagram, wpisując w puste ramki rodzaj energii.

28.3 (4 pkt)

Stosowany do zasilania sondy Pioneer 10 izotop promieniotwórczy $^{238}_{94}\text{Pu}$ rozpada się na $^{234}_{92}\text{U}$. Z kolei uran rozpada się na $^{230}_{90}\text{Th}$ (czas połowicznego rozpadu uranu około $2,5 \cdot 10^8$ lat). Energie wydzielane w tych dwóch przemianach promieniotwórczych nie różnią się znacząco. Uran mógłby więc stanowić nowe źródło energii.

- Jaka cząstka wyzwala się w czasie rozpadu plutonu, a jaka w czasie rozpadu uranu? Zapisz te reakcje. (1 pkt)
- Oszacuj stosunek mocy wydzielanej przez próbki plutonu – 238 i uranu – 234, zawierające takie same liczby jąder. Czy powstające na pokładzie Pioneer 10 uran mógłby stanowić dla sondy nowe wydajne źródło energii? Odpowiedź uzasadnij. (3 pkt)

14.38**5.4 (2 pkt)**

Cząstki α lub β powstają między innymi w wyniku samorzutnych rozpadów jąder atomowych. Napisz schemat rozpadu jądra ^A_ZX , w wyniku którego powstaje cząstka α oraz schemat rozpadu w wyniku którego powstaje cząstka β .

1.

2.

5.5 (2 pkt)

Zapisz nazwy dwóch zasad zachowania, z których korzystamy przy zapisywaniu tych schematów.

14.39**Zadanie 27. (Stała słoneczna)**

Ziemia oświetlana jest promieniowaniem elektromagnetycznym pochodzącym ze Słońca. W odległości równej promieniowi orbity Ziemi, czyli $R=1,5 \cdot 10^{11}$ m, na powierzchni 1m^2 prostopadłego do kierunku rozchodzenia się promieni słonecznych pada w ciągu jednej sekundy energia 1340 J. (Jest to wartość tak zwanej stałej słonecznej).

Energia słoneczna pochodzi z reakcji jądrowych zachodzących we wnętrzu Słońca. Końcowym rezultatem tych reakcji jest powstawanie jądra helu (cząstki α) oraz dwóch pozytonów (cząstek e^+) z czterech protonów: $p + p + p + p \rightarrow \alpha + e^+ + e^+$

Uwaga. Powyżej przedstawiona reakcja syntezy jest reakcją uproszczoną.

Masa protonu $= 1,0073$ jednostki masy atomowej, masa cząstki $\alpha = 4,0015$ jednostki masy atomowej, a masa pozytonu $= 5 \cdot 10^{-4}$ jednostki masy atomowej.

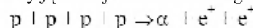
Jednostka masy atomowej $= 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg.

27.1 (0-3 pkt)

Oblicz, ile energii emituje Słońce w ciągu 1 sekundy. Pomiń straty energii w atmosferze Słońca. Pamiętaj, że energia emitowana jest równomiernie we wszystkich kierunkach.

27.2 (0-5 pkt)

Zakładając, że reakcja syntezy jądrowej zachodzi według wyżej opisanego schematu:



oblicz w kilogramach niedobór masy, czyli różnicę mas cząstek wchodzących do reakcji i produktów reakcji.

Pamiętaj o równoważności masy i energii, znajdź energię wytwarzaną w tej reakcji.

Wyraź tę energię w dżulach (J) i megaelektronowoltach (MeV).

27.3 (0-2pkt)

Oblicz, ile takich reakcji zachodzi na sekundę w Słońcu. Przyjmij, że energia docierająca do Ziemi jest wytwarzana tylko w wyniku takiej reakcji.

27.4 (0-2pkt)

Jaka masa zamienia się w energię na Słońcu w czasie jednej sekundy?

14.40**Zadanie 4. Reakcje rozszczepienia (12 pkt)**

Pośród pierwiastków występujących naturalnie w Ziemi największą liczbę atomową ma uran. W uranie naturalnym występują głównie dwa izotopy ^{235}U i ^{238}U . W wyniku rozpadów promieniotwórczych uran ^{238}U przechodzi w tor ^{234}Th , a następnie w proaktyn ^{234}Pa .

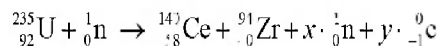
4.1 (2 pkt)

Uzupełnij zapisy poniższych reakcji jądrowych.



Rozszczepienie jądra uranu $^{235}_{92}\text{U}$ można spowodować bombardując jądra uranu powolnymi neutronami o energii około 1 eV. W reakcji tej uwalnia się energia około 210 MeV.

Jedną z możliwych reakcji rozszczepienia uranu ^{235}U przedstawiono poniżej: Przez x i y oznaczono odpowiednio liczbę neutronów i liczbę elektronów

**4.2 (2 pkt)**

Oblicz liczbę neutronów x oraz liczbę elektronów y w reakcji rozszczepienia uranu ^{235}U .

4.3 (2 pkt)

Oblicz wartość prędkości neutronu wywołującego rozszczepienie uranu ^{235}U .

4.4 (2 pkt)

Podaj dwa warunki, które muszą być spełnione, aby w materiale zawierającym uran ^{235}U mogło dojść do reakcji łańcuchowej.

4.5 (4 pkt)

Oblicz liczbę jąder uranu ^{235}U , które powinny ulec rozszczepieniu, aby uwolniona w reakcji energia wystarczała do ogrzania 1 litra wody od temperatury 20°C do 100°C . Do obliczeń przyjmij ciepło właściwe wody równe $4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.

14.41**Zadanie 5. Jądro atomowe a gwiazda neutronowa (12 pkt)****5.1 (2 pkt)**

Zapisz dwie cechy sił jądrowych.

5.2 (3 pkt)

Wykaż, że średnia gęstość materii jądrowej jest niezależna od liczby masowej. Wykorzystaj założenia podane poniżej.

- Jądro atomowe można traktować jako kulę (objętość kuli $V = \frac{4}{3} \pi R^3$).
- Empiryczny wzór określający promień jądra atomowego ma postać $R = r \sqrt[3]{A}$, gdzie $r = 1,2 \cdot 10^{-15}$ m, zaś A jest liczbą masową.
- Masę jądra atomu można szacować jako iloczyn liczby masowej i masy neutronu.

Masywne gwiazdy w końcowym etapie ewolucji odrzucają zewnętrzne warstwy materii i zapadając się mogą tworzyć gwiazdy neutronowe. Jeśli masa zapadającej się części gwiazdy jest dostatecznie duża to powstaje „czarna dziura”. Czarna dziura to obiekt astronomiczny, który tak silnie oddziałuje grawitacyjnie na swoje otoczenie, że żaden rodzaj materii ani energii nie może jej opuścić.

5.3 (3 pkt)

Oszacuj promień gwiazdy neutronowej o masie $12,56 \cdot 10^{29}$ kg i średniej gęstości równej $3 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$.

5.4 (4 pkt)

Masywna gwiazda w wyniku ewolucji utworzyła obiekt o masie $12,56 \cdot 10^{29}$ kg i promieniu 1 km. Oszacuj wartość drugiej prędkości kosmicznej dla tego obiektu. Oceń, czy ten obiekt może być „czarną dziurą”. Odpowiedź uzasadnij.

Fizyka jądrowa – inne zadania**14.42**

W doświadczeniu Rutheforda, podczas bombardowania złotej folii cząstkami α zaobserwowano, że niektóre cząstki „odbijają” się od folii. Dla tych cząstek, które zostały zawrócone, Rutheford oszacował, że najmniejsza odległość, na jaką cząstka α może zbliżyć się do jądra, jest rzędu $d = 10^{-14}$ m. Jakiego rzędu były prędkości cząstek użytych w doświadczeniu?

14.43

Wyznacz promień jądra atomu złota dla izotopu $^{197}_{79}\text{Au}$, przy założeniu, że ma ono kształt kuli.

(Promień jądra atomowego o liczbie masowej A : $R = 1,2 \cdot A^{1/3} \cdot 10^{-15} \text{ m}$)

14.44

Ile nukleonów znajduje się w objętości 1 mm^3 materii jądrowej? Gęstość materii jądrowej wynosi $2,14 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$. Przyjmij masę nukleonu równą $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

14.45

Oblicz energię wiązania przypadającą na jeden nukleon w jądrach ${}^7_3\text{Li}$ i ${}^{16}_8\text{O}$.

Masy jąder wynoszą: $m_{\text{Li}} = 7,016004\text{u}$, $m_{\text{O}} = 15,994914\text{u}$

14.46

Energia wiązania jądra tlenu ${}^{16}_8\text{O}$ wynosi 126,96 MeV. Znajdź masę tego jądra.

14.47

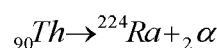
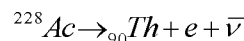
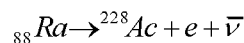
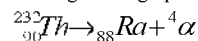
Jaki izotop powstaje z:

a) ołowiu ${}^{211}_{82}\text{Pb}$ po jednej przemianie α i dwóch przemianach β^- ?

b) uranu ${}^{238}_{92}\text{U}$ po trzech przemianach α i dwóch przemianach β^- ?

14.48

Uzupełnij brakujące wartości w równaniach opisujących cykl rozpadów torowego szeregu promieniotwórczego:



14.49

Zapisz za pomocą symboli rozpad β^- .

14.50

Podczas badania procesu rozpadu promieniotwórczego fosforu wyznaczano jego masę z dokładnością do 0,001mg. Dane w tabeli mają ilustrować zależność masy promieniotwórczego fosforu ${}^{30}_{15}\text{P}$ od czasu. Sporządź wykres tej zależności.

Odczytaj z wykresu, ile wynosiła masa po 5 minutach obserwacji procesu.

Porównaj tą wartość z wynikiem otrzymanym ze wzoru.

t	0s	2 min 10,6s	4 min 21,2s	6 min 31,8s	8 min 42,4s
m [mg]	1	0,5	0,25	0,125	0,063

14.51

Próbka promieniotwórczego preparatu zawiera N_0 aktywnych jąder. Ile z tych jąder pozostanie aktywnych po czasie:

a) $0,5 T_{1/2}$ b) $10 T_{1/2}$

14.52

Do organizmu człowieka dostała się pewna liczba atomów promieniotwórczego wapnia ${}^{45}_{20}\text{Ca}$, którego okres połowicznego zaniku wynosi 164 dni. Część tych atomów została wydalona z organizmu na drodze metabolicznej, ale N_1 atomów pozostało, wbudowanych w kości. Zakładając, że poziom bezpieczny odpowiada zmniejszeniu liczby aktywnych jąder do $N_2 = 1/8 N_1$, wyznacz czas, po którym minie zagrożenie ze strony tego radioizotopu wapnia.

14.53

Przez trzy miesiące prowadzono pomiary aktywności pewnej porcji izotopu radu

${}^{223}_{88}\text{Ra}$. Na podstawie zawartych w poniższej tabeli danych sporządź wykres

zmian aktywności tej próbki w czasie. Wyznacz czas połowicznego rozpadu.

t [dni]	0	20	40	50	80
a [Bq]	5000	1500	500	250	50

14.54

Jaka liczba jąder rozpada się w czasie 1 ms w próbce liczącej jeden mol każdego

z izotopów azotu ${}^{13}_7\text{N}$ i ${}^{12}_7\text{N}$? Stałe zaniku są odpowiednio równe $\lambda_1 =$

$0,09625 \text{ s}^{-1}$ i $\lambda_2 = 63 \text{ s}^{-1}$.

14.55

Oblicz masę polonu ${}^{210}_{84}\text{Po}$ w próbce, która wykazuje aktywność

$a = 3,33 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$. Stała zaniku polonu wynosi $5,8 \cdot 10^{-8} \text{ 1/s}$. Masa molowa polonu

$M = 0,21 \text{ kg/mol}$.

14.56

Aktywność próbki radu o masie 1g wynosi $3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$. Ile wynosiłaby

aktywność próbki radu o masie 1kg?

14.57

Jądra atomów izotopów tlenu ${}^{17}_8\text{O}$ i ${}^{16}_8\text{O}$ mają masy: 16,9991u i 15,9994u. Jak

wielką pracę trzeba wykonać, by oderwać neutron od jądra atomu ${}^{17}_8\text{O}$?

14.58

Stwierdzono, że w badanym preparacie znajdują się 2g promieniotwórczego aktynu o okresie połowicznego zaniku 10 dni. Ile aktynu było w tym preparacie 20 dni wcześniej?

14.59

W ciągu 6 godzin 75% początkowej ilości jąder promieniotwórczego izotopu uległo przemianom. Ile wynosi okres połowicznego zaniku dla tego izotopu?

14.60

W jaki sposób energia wytwarzana w reaktorze jądrowym jest przekazywana poza ten reaktor?

14.61

Bomba uranowa zawiera 20kg uranu ${}^{238}_{92}\text{U}$. Jaką masę musi mieć trotyl, by

wydzielił przy wybuchu tę samą ilość energii co bomba uranowa? Jeden kilogram trotylu wydziela energię w ilości $4 \cdot 10^6 \text{ J}$. Przy rozpadzie jednego jądra uranu wydziela się energia 207,6 MeV.

14.62

Oblicz ilość energii, jaka wydzieli się podczas reakcji syntezy dwóch deuterionów dającej jądro helu. Masa deuteronu wynosi 2,0141u, a masa jądra helu równa się 4,0015u.

15. Astronomia – zadania z arkusza I

15.1

Zadanie 2. (1 pkt)

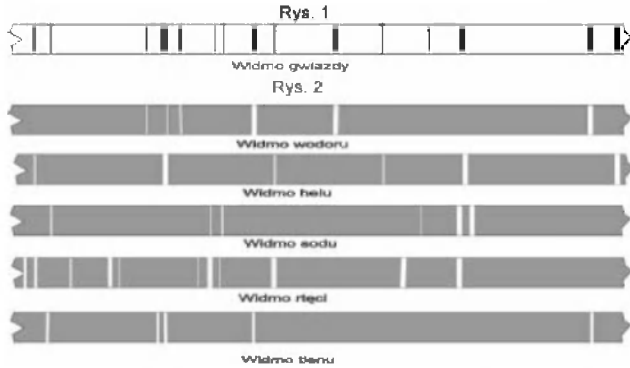
Nasza Galaktyka

- A. jest galaktyką spiralną i kształtem przypomina spłaszczony dysk.
- B. jest nazywana Drogą Mleczną, a Słońce znajduje się w jej środku.
- C. jest największą galaktyką kołową w Układzie Lokalnym.
- D. jest jedyną galaktyką na naszym niebie, widoczną jako pojedynczy obiekt.

15.2

Zadanie 25. (2 pkt)

Na rys. 1. przedstawiono linie spektralne w widnie absorpcyjnym odległej gwiazdy otrzymane za pomocą spektrografu siatkowego. Poniżej na rys. 2. zamieszczono widnia emisyjne charakterystyczne dla wybranych atomów.



Po analizie widna gwiazdy i widn emisyjnych atomów stwierdzono, że w składzie chemicznym gwiazdy występują atomy wodoru i helu. Wyjaśnij, na czym polega analiza widnowa i dlaczego można było zapisać taki wniosek.

15.3

Zadanie 2. (1 pkt)

Cechy charakterystyczne różnych typów gwiazd przedstawia się za pomocą diagramu Hertzsprunga-Russella (H – R). Na osiach współrzędnych tego diagramu odłożona jest

- A. temperatura powierzchni (typ widmowy) i jasność absolutna (absolutna wielkość gwiazdowa).
- B. jasność absolutna (absolutna wielkość gwiazdowa) i odległości od Ziemi.
- C. średnica gwiazdy i temperatura jej powierzchni.
- D. temperatura powierzchni i odległości od Ziemi.

15.4

Zadanie 4. (1 pkt)

Planety w ruchu dookoła Słońca poruszają się po orbitach będących

- A. okręgami.
- B. hiperbolami.
- C. elipsami.
- D. parabolami.

15.5

Zadanie 6. (1 pkt)

Plamy słoneczne są ciemniejsze od reszty tarczy słonecznej, ponieważ są to

- A. obłoki wapnia przesłaniające fotosferę.
- B. obszary chłodniejsze, niż obszary poza plamami.
- C. obszary położone poniżej przeciętnej powierzchni fotosfery (lokalne depresje) i pada na nie cień.
- D. obszary, których widno zawiera wyjątkowo dużo absorpcyjnych linii wodoru.

15.6

Zadanie 8. (1 pkt)

Zjawisko zaćmienia Słońca może powstać wówczas, gdy

- A. oś światła zmniejsza jasność Słońca.
- B. Księżyc przecina orbitę Ziemi.
- C. Księżyc znajduje się między Ziemią i Słońcem.
- D. Ziemia znajduje się między Księżycem i Słońcem.

15.7

Zadanie 7. (1 pkt)

Energia elektromagnetyczna emitowana z powierzchni Słońca powstaje w jego wnętrzu w procesie

- A. syntezy lekkich jąder atomowych.
- B. rozszczepienia ciężkich jąder atomowych.
- C. syntezy związków chemicznych.
- D. rozpadu związków chemicznych.

15.8

Zadanie 9. (1 pkt)

Optyczny teleskop Hubble'a krąży po orbicie okołozemskiej w odległości około 600 km od powierzchni Ziemi. Umieszczono go tam, aby

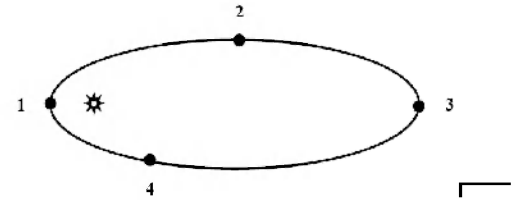
- A. zmniejszyć odległość do fotografowanych obiektów.
- B. wyeliminować zakłócenia elektromagnetyczne pochodzące z Ziemi.
- C. wyeliminować wpływ czynników atmosferycznych na jakość zdjęć.
- D. wyeliminować działanie sił grawitacji.

15.9

Zadanie 9. (1 pkt)

Planeta okrąży gwiazdę po orbicie eliptycznej. Wartość prędkości liniowej planety podczas jej ruchu jest największa w punkcie oznaczonym numerem

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4



15.10

Zadanie 10. (1 pkt)

Urządzeniem do odbioru fal elektromagnetycznych z odległych galaktyk jest

- A) laser.
- B) cyklotron.
- C) radioteleskop.
- D) mikroskop elektronowy.

15.11

Zadanie 10. (1 pkt)

Informacje o ciałach wchodzących w skład Układu Słonecznego są zbierane za pomocą obserwacji prowadzonych z Ziemi i za pośrednictwem teletransmisji z satelitów czy sond kosmicznych, które dotarły do oddalonych od nas obiektów kosmicznych. Jedną z sond przekazujących nam informacje o sąsiedztwie Ziemi jest wysłana sonda Cassini- Huygens. Głównym zadaniem tej sondy jest

- A. badanie zmian pola magnetycznego Słońca.
- B. badanie jonosfery i magnetosfery Jowisza.
- C. badanie powierzchni największego księżycza Saturna - Tytana.
- D. badanie planetoid znajdujących się w przestrzeni za Plutonom.

15.12

Zadanie 4. (1 punkt)

Źródłem energii gwiazd są reakcje

- A) rozszczepienia jąder atomowych.
- B) egzotermiczne – chemiczne.
- C) syntezy termojądrowej.
- D) anihilacji par cząstka – antycząstka.

15.13

Zadanie 23. Diagram H – R (2 pkt)

Obserwacja gwiazd i badanie charakteryzujących je wielkości doprowadziły, na początku XX wieku, do sporządzenia przez dwóch astronomów Ejnara Hertzsprunga i Henry'ego Norrisa Russella tzw. diagramu Hertzsprunga i Russella nazywanego w skrócie diagramem H – R.

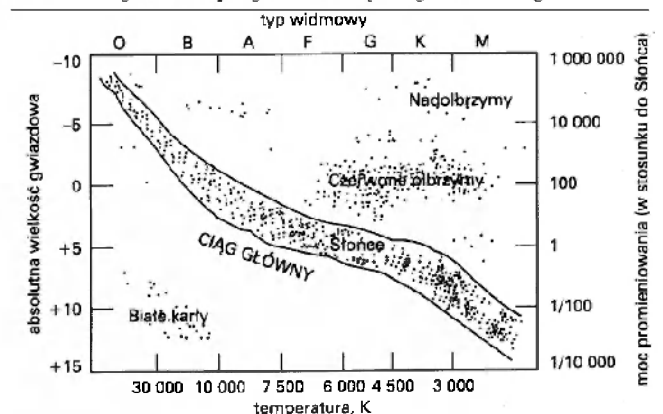


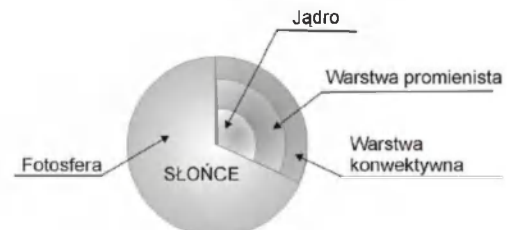
Diagram Hertzsprunga - Russella

- a) Podaj jak ze wzrostem temperatury gwiazd, leżących na ciągu głównym, zmienia się ich moc promieniowania. (1 pkt)
- c) Astronomowie prowadząc obserwacje stwierdzili zależności między temperaturą, jasnością gwiazd oraz ich typem widmowym (przedstawione na diagramie H – R). Zależności te mogą zostać wykorzystane do rozwinięcia teorii opisującej ewolucję gwiazd. Podaj nazwę takiej metody postępowania. (1 pkt)

15.14

Zadanie 19. (2 pkt)

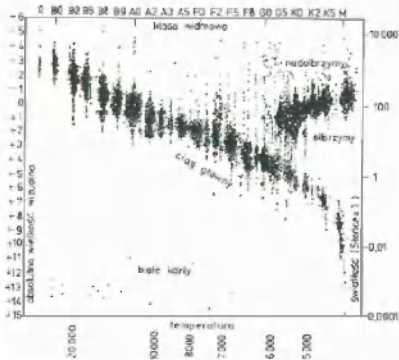
Na rysunku przedstawiono schemat budowy Słońca.



Krótko opisz (maksymalnie 2 zdania), w jaki sposób produkowana jest energia w Słońcu i za pomocą jakich zjawisk transportowana jest ona na jego powierzchnię.

15.15

Zadanie 9. (1 pkt)
Schemat diagramu Hertzsprunga – Russella, zamieszczono poniżej na rysunku.

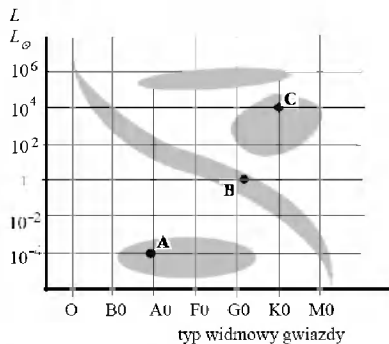


Precjon B z gwiazdozbioru Mały Pies jest gwiazdą, której efektywna temperatura powierzchniowa wynosi około 25 000 K, a jasność absolutna tej gwiazdy jest równa -13^m . Analizując położenie gwiazdy na diagramie można wnioskować, że Precjon B

- A. jest gwiazdą będącą w początkowej fazie cyklu ewolucyjnego i nie zachodzą w niej reakcje jądrowe.
- B. jest gwiazdą będącą w początkowej fazie cyklu ewolucyjnego i zachodzą w niej reakcje syntezy lekkich pierwiastków.
- C. jest gwiazdą będącą w końcowej fazie cyklu ewolucyjnego i zachodzą w niej reakcje syntezy pierwiastków ciężkich.
- D. jest gwiazdą będącą w końcowej fazie cyklu ewolucyjnego i nie zachodzą w niej reakcje jądrowe

15.16

Zadanie 23. (4 pkt)
Rysunek przedstawia diagram zwany od nazwisk astronomów, którzy go skonstruowali diagramem Hertzsprunga – Russella (w skrócie diagramem H-R). B jest obecnym położeniem Słońca na diagramie. W przyszłości znajdzie się ono zarówno w obszarze C, jak i A.



- a) Nazwij typy gwiazd, do których należą gwiazdy zaznaczone na diagramie jako A, B, C.
- b) W jakiej kolejności Słońce będzie w tych obszarach diagramu?
- c) Porównaj temperatury i ilości energii emitowanej przez Słońce w stanach A i B.

15.17

Zadanie 8. Prawa Keplera (2 pkt)

Okres od równonocy jesiennej 21 września do równonocy wiosennej 21 marca jest o 3 doby krótszy niż od 21 marca do 21 września. W każdym z tych okresów odcinki łączące środki Ziemi i Słońca leżą na jednej prostej.
Na podstawie tych informacji i praw Keplera zrób rysunek i podaj, w którym z tych okresów Ziemia jest bliżej Słońca.

15.18

Zadanie 22. Księżyc Saturna (4 pkt)

W tabeli przedstawiono informacje dotyczące dwóch księżyców Saturna. Przyjmij, że księżyce poruszają się po orbitach kołowych.

Nazwa księżyc	Promień orbity księżyc	Okres obiegu księżyc
Kalipso	$2,95 \cdot 10^5$	1,90
Epimeteus	$1,52 \cdot 10^5$	

- a) Oblicz okres obiegu Epimeteusa. (2 pkt)
- b) Zapisz formułę matematyczną, dzięki której można obliczyć masę Saturna wykorzystując dane zawarte w tabeli. (2 pkt)

15.19

- Zadanie 6. (1 punkt)
Rozblyski słoneczne nie wywołują na Ziemi
- A) zórz polarnych.
 - B) zakłóceń łączności radiowej.
 - C) zmian magnetosfery.
 - D) przypływów i odpływów morza.

15.20

Zadanie 23. Urządzenie (3 pkt)
Zdjęcie poniżej przedstawia urządzenie wykorzystywane w badaniach astronomicznych.



- a) Podaj jego nazwę. (1 pkt)
- b) Wymień jedną z zalet stosowania tego urządzenia w porównaniu z teleskopem optycznym. (1 pkt)
- c) Wybierz i zaznacz (podkreśl) rodzaj fal, jakie odbiera to urządzenie. (1 pkt)
(fale radiowe, promieniowanie gamma, promieniowanie rentgenowskie, fale akustyczne, światło widzialne)

15.21

Zadanie 12. Gwiazdy w Galaktyce (4 punkty)
Słońce, którego masa wynosi $2 \cdot 10^{30}$ kg, obiega środek Drogi Mlecznej, odległy od nas o $2,2 \cdot 10^{20}$ m w czasie $2,5 \cdot 10^8$ lat. Przyjmując dla uproszczenia, że wszystkie gwiazdy w Galaktyce mają masę równą masie Słońca, że są one równomiernie rozłożone w kuli o środku w centrum Galaktyki oraz, że Słońce znajduje się na skraju tej kuli, oszacuj liczbę gwiazd w naszej Galaktyce.

15.22

Zadanie 20. Gwiazdy neutronowe (3 punkty)
Podejrzewa się, że niektóre gwiazdy neutronowe (gwiazdy o olbrzymiej gęstości) wirują z prędkością 1 obrotu na sekundę. Przyjmując, że taka gwiazda ma promień 20 km, oblicz, jaka musi być jej masa minimalna, by materia na jej powierzchni nie oderwała się od gwiazdy przy tak szybkim obrocie.

15.23

Zadanie 21. Ucieczka galaktyki. (2 punkty).
Przesunięcie ku czerwieni dla widma galaktyki M 87 wynosi $z = 0.003$. Oblicz, z jaką szybkością galaktyka oddala się od nas.

15.24

- Zadanie 1. (1 pkt)
O tym, że siły działające na Księżyc się nie równoważą, możemy wnioskować na podstawie tego, że
- A. Księżyc porusza się po torze krzywoliniowym.
 - B. okres obiegu Księżyc dookoła Ziemi jest większy niż okres obrotu Ziemi wokół osi.
 - C. Księżyc jest zwrócony do Ziemi zawsze tą samą stroną.
 - D. okres obiegu Księżyc wokół Ziemi jest równy okresowi jego obrotu wokół osi.

15.25

- Zadanie 5. (1 pkt)
W zewnętrznej warstwie Słońca o grubości około 100 000 km materia o wyższej temperaturze unosi się ku powierzchni gdzie oddaje część energii do otoczenia i po oziębieniu spływa do wnętrza Słońca. Zjawisko to nazywamy
- A. promieniowaniem cieplnym.
 - B. przewodnictwem cieplnym.
 - C. konwekcją.
 - D. protuberancją.

15.26

- Zadanie 7 (1 pkt)
Dwa satelity o masach m i 4m krążą wokół Ziemi po orbitach o promieniach r i 4r. Prędkości tych satelitów odpowiednio v_1 i v_2 spełniają zależność:
- a) $v_1 = 2v_2$.
 - b) $v_1 = \sqrt{2} v_2$.
 - c) $v_1 = v_2$.
 - d) $v_1 = 0,5v_2$.

15.27

- Zadanie 4. (1 pkt)
Planeta Jowisz krąży wokół Słońca po orbicie kołowej bardziej oddalonej od Słońca niż orbita Ziemi. Okres obiegu Jowisza wokół Słońca jest 12 razy dłuższy niż okres obiegu Ziemi wokół Słońca. Stosunek promienia orbity Jowisza do promienia orbity Ziemi wynosi około:
- A) 5,2
 - B) 12
 - C) 96
 - D) 144

15.28

- Zadanie 6 (1 pkt)
Dwa satelity krążą wokół Ziemi po orbitach kołowych. Masa drugiego satelity i promień jego orbity są dwukrotnie większe niż pierwszego satelity. Prędkości liniowe tych satelitów spełniają zależność:
- a) $v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}}$.
 - b) $v_1 = v_2$.
 - c) $v_1 = \sqrt{2} v_2$.
 - d) $v_1 = 2v_2$.

15.29

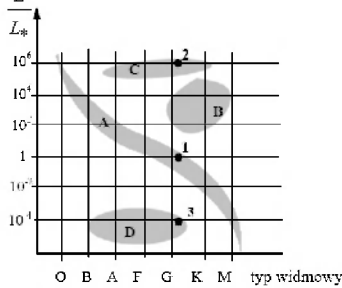
Zadanie 12 (3 pkt.)

Księżyc Marsa *Deimos* obiega go po orbicie kołowej o promieniu $2,34 \cdot 10^7$ m w czasie $1,08 \cdot 10^5$ s. Oblicz na tej podstawie masę Marsa.

15.30

Zadanie 24. Diagram Hertzsprunga – Russella (4 pkt)

Poniżej przedstawiono diagram H–R (diagram H – R, Hertzsprunga – Russella). Na osi pionowej odłożono stosunek mocy promieniowania gwiazdy L do mocy promieniowania Słońca L_* , natomiast na osi poziomej typ widmowy gwiazdy, który zależy od temperatury gwiazdy. Ten sam typ widmowy oznacza taką samą temperaturę na powierzchni gwiazdy. Moc promieniowania, czyli ilość energii wysyłanej w jednostce czasu, zależy od temperatury i jest proporcjonalna do pola powierzchni gwiazdy. Na diagramie cyfrą 1 oznaczono położenie Słońca, cyfrą 2 – gwiazdę należącą do kategorii nadolbrzymów, a cyfrą 3 – gwiazdę typu biały karzeł. Z tego diagramu wynika, że na przykład gwiazda 2 mając taką samą temperaturę na powierzchni jak Słońce wysyła 10^6 razy więcej energii niż Słońce.



Na podstawie podanych informacji:

24.1. (2 pkt)

Wykaż, że promień gwiazdy 2 jest 10^3 razy większy niż promień Słońca. Skorzystaj z zależności $S_{\text{eff}} = 4\pi R^2$.

24.2. (2 pkt)

Przeanalizuj wykres H – R porównując gwiazdę 3 ze Słońcem pod względem temperatury „jej powierzchni” i promienia.

Zapisz informacje o temperaturze i promieniu (w porównaniu ze Słońcem).

1. Temperatura „powierzchni” gwiazdy 3:

2. Promień gwiazdy 3:

Astronomia – zadania z arkusza II

15.31

Zadanie 28. Sonda Pioneer (9 pkt)

Pod koniec kwietnia wielki radioteleskop w Madrycie wykrył słaby sygnał sztucznego pochodzenia z kierunku konstelacji Byka. To nie kosmici. Odezwała się sonda Pioneer 10, która z niewiadomych przyczyn milczała, od ośmiu miesięcy. [...]

Sygnał miał moc słabszą niż miliardowa (10^{-9}) część bilionowej (10^{-12}) części wata. Leciał do Ziemi prawie 11 godzin. To dlatego, że Pioneer 10 zawędrował już bardzo daleko – jest dziś w odległości dwa razy większej od Słońca niż planeta Pluton, czyli ok. 11,2 mld km. [...]

Teraz Pioneer 10 leci z prędkością 13 km/s w kierunku czerwonej gwiazdy Aldebaran w konstelacji Byka, która jest oddalona o 71 lat świetlnych i 155 razy jaśniejsza niż nasze Słońce. Sonda zmaga się tylko z upływem czasu. – Nasza gwarancja skończyła się już po 21 miesiącach, a dziś upływa 28. rok działania sondy – mówi szef misji Larry Lasher z NASA. Pioneer 10 jest zasilany przez radioaktywny pluton-238. Rozpad plutonu generuje ciepło, zamieniane potem na elektryczność. Pluton wprawdzie rozpada się dość wolno – połowa paliwa znika po 92 latach, ale szybciej ulegają degradacji elementy, które przekształcają ciepło w prąd elektryczny....

(na podstawie: Piotr Cieślowski, Wścieci z daleka. Gazeta Wyborcza 4 maja 2001 r.)

28.1 (4 pkt)

Oszacuj czas (w latach) potrzebny na dotarcie sondy z Ziemi w pobliże orbity Plutona oraz czas podróży w pobliże gwiazdy Aldebaran. Odpowiedź uzasadnij obliczeniami. Przyjmij, że wartość prędkości sondy jest stała.

28.2 (1 pkt)

Poniższy diagram ma przedstawiać ciąg przemian energetycznych związanych z wysłaniem informacji przez sondę Pioneer 10. Uzupełnij diagram, wpisując w puste ramki rodzaj energii.

28.3 (4 pkt)

Stosowany do zasilania sondy Pioneer 10 izotop promieniotwórczy $^{238}_{94}\text{Pu}$ rozpada się na $^{234}_{92}\text{U}$. Z kolei uran rozpada się na $^{230}_{90}\text{Th}$ (czas połowicznego rozpadu uranu około $2,5 \cdot 10^4$ lat). Energie wydzielane w tych dwóch przemianach promieniotwórczych nie różnią się znacząco. Uran mógłby więc stanowić nowe źródło energii.

- a) Jaka cząstka wyzwała się w czasie rozpadu plutonu, a jaka w czasie rozpadu uranu? Zapisz te reakcje. (1 pkt)
- b) Oszacuj stosunek mocy wydzielanej przez próbki plutonu – 238 i uranu – 234, zawierające takie same liczby jąder. Czy powstający na pokładzie Pioneer 10 uran mógłby stanowić dla sondy nowe wydajne źródło energii? Odpowiedź uzasadnij. (3 pkt)

15.32

Zadanie 31. Syriusz (14 pkt)

Znam najjaśniejszą gwiazdą naszego nocnego nieba jest Syriusz. Pod tą nazwą kryje się układ dwóch gwiazd poruszających się wokół wspólnego środka masy. Syriusz A jest gwiazdą ciągu głównego, a Syriusz B jest białym karłem i nie można go zobaczyć gołym okiem.

31.1 (2 pkt)

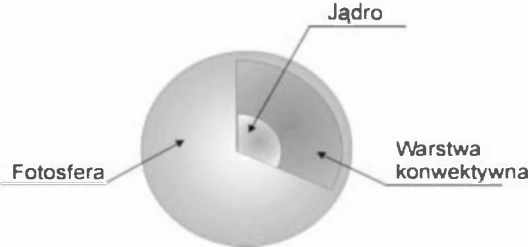
Na podstawie tekstu i własnej wiedzy wymień dwie charakterystyczne cechy białych karłów.

31.2 (3 pkt)

Średnia gęstość Syriusza B wynosi $2,4 \cdot 10^8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a jego promień $5,9 \cdot 10^6$ m. Oblicz wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Syriusza B, pomijając wpływ Syriusza A.

31.3 (2 pkt)

Na rysunku przedstawiono budowę wnętrza Syriusza A.



Energia zawarta w jądrze gwiazdy transportowana jest na powierzchnię przez warstwę konwektywną, a z powierzchni fotosfery wypromiowana w przestrzeni kosmicznej. Zapisz, czym różni się transport energii w wyniku konwekcji od transportu poprzez promieniowanie.

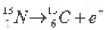
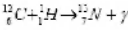
31.4 (3 pkt)

Głównym źródłem energii Syriusza A są reakcje termojądrowe polegające na zamykaniu wodoru w hel za pośrednictwem węgla i tlenu (tzw. cykl CNO).

- a) Uzupełnij równanie reakcji będącej częścią cyklu CNO.

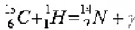


- b) Poniżej zamieszczono równania dwóch przemian jądrowych cyklu CNO. Obok równań reakcji zapisz nazwę tego typu procesu jądrowego.



31.5 (4 pkt)

W zachodzącym w jądrze Syriusza A cyklu CNO najwięcej energii wydzielają się podczas reakcji zamiany węgla na azot.



Oblicz, ile jąder węgla w Syriuszu A musiałoby ulec tego typu reakcji, by wytworzona energia mogła w normalnych warunkach stopić 1 g lodu. Ciepło topnienia lodu wynosi $3,34 \cdot 10^4$ J/kg. Masy jąder wodoru, węgla i azotu mają wartości odpowiednio równe: $m_H = 1,673 \cdot 10^{-27}$ kg, $m_C = 21,586 \cdot 10^{-27}$ kg, $m_N = 23,245 \cdot 10^{-27}$ kg

15.33

Zadanie 23. Układ Słoneczny (6 pkt)

W tabeli przedstawiono względne wielkości charakteryzujące niektóre planety Układu Słonecznego.

Nazwa planety	Masa (w jednostkach masy Ziemi)	Promień planety (w jednostkach promienia Ziemi)	Odległość od Słońca (w jednostkach promienia orbity Ziemi)	„Rok” (w latach ziemskich)	„Doba” (w dobach ziemskich)
Merkury	0,05	0,38	0,39	0,24	59,00
Wenus	0,81	0,95	0,72	0,61	243,00
Ziemia	1	1	1	1	1
Mars	0,11	0,53	1,52	1,88	1,03
Jowisz	318	11,19	5,20	11,90	0,41
Saturn	95	9,43	9,54	29,90	0,43
Uran	14,6	3,85	19,18	84,00	0,72

Wykaz słuszność trzeciego prawa Keplera. W tym celu:

- a) Zapisz III prawo Keplera za pomocą wzoru. (1 pkt)
- b) Wykorzystując wzór wyrażający III prawo Keplera zapisz zmienne, jakie powinny znajdować się na ośiach układu współrzędnych, aby wykres funkcji mógł być linią prostą.
 $O\ddot{x} = \dots \dots \dots \quad O\ddot{y} = \dots \dots \dots$ (1 pkt)
- c) Wybierz z tabeli trzy planety, oblicz odpowiednie wartości, opisz i wyskaluj oś układu (na rysunku poniżej) oraz zaznacz punkty w narysowanym układzie współrzędnych. (2 pkt)
- d) Narysuj wykres funkcji. (1 pkt)
- e) Na podstawie otrzymanego wykresu przeprowadź uzasadnienie słuszności trzeciego prawa Keplera. (1 pkt)

Astronomia – inne zadania

15.33

Wyjaśnij pojęcia, odpowiedz :

- a) parsek
- b) jednostka astronomiczna
- c) Model Wielkiego Wybuchu
- d) kąt paralaksy (zastosowanie)
- e) prawo Hubble'a
- f) promieniowanie reliktowe
- g) gęstość krytyczna
- h) Diagram H-R
- i) czarna dziura
- j) pulsar
- k) związek stałej Hubble'a z wiekiem Wszechświata
- l) ewolucja gwiazd
- m) Na czym polega widmowa klasyfikacja gwiazd?
- n) Jak powstaje gwiazda?
- o) Przedstaw pierwszy etap ewolucji gwiazdy.
- p) Jaką drogę ewolucyjną przeszła gwiazda, stając się białym karłem?
- r) Jaką drogę ewolucyjną przeszła gwiazda neutronowa?
- s) Jak zbudowana jest nasza Galaktyka?
- t) Czym są galaktyki? Jak je klasyfikujemy?
- u) Czy galaktyki się zmieniają?

15.34

Oblicz, ile razy większa jest sekunda świetlna od obwodu Ziemi, który wynosi w przybliżeniu $4 \cdot 10^4$ km

15.35

Galaktyka M-31 Andromeda znajduje się w odległości $2,2 \cdot 10^6$ ly. Czy obserwujemy jej aktualny stan? Odpowiedź uzasadnij.

15.36

Oblicz prędkość z jaką oddala się od Drogi Mlecznej galaktyka, oddległa od nas o 2,4 mln ly. Przyjmij, że $H=70 \text{ km/s/Mpc}$.

15.37

Wyjaśnij, dlaczego widmo światła wszystkich obserwowanych galaktyk przesunięte jest ku czerwieni.

15.38

Załóżmy, że utrzymujemy łączność radiową z hipotetycznymi mieszkańcami planety odległej od nas o 4,28 lat świetlnych. Oblicz, jak długo należałoby oczekiwać na otrzymanie odpowiedzi po wysłaniu wiadomości, jeżeli mieszkańcy planety odpowiedzieliby natychmiast po odebraniu ziemskiego sygnału?

15.39

Jak sądzimy obecnie, najdalszymi obiektami we Wszechświecie są kwazary (pozagalaktyczne źródła promieniowania o szerokim paśmie promieniowania o rentgenowskiego do radiowego). Oblicz odległość do kwazara, który oddala się od nas z prędkością 280000 km/s .

15.40

Z jaką prędkością poruszałoby się Słońce wokół środka Galaktyki, gdyby jedynym rodzajem oddziaływania było grawitacyjne przyciąganie przez obiekt o masie $M=1,33 \cdot 10^{11} M_s$, znajdujący się w centrum naszej Galaktyki? Odległość Słońca od centrum wynosi $R=30 \cdot 10^3 \text{ ly}$ (lat świetlnych). Masę Słońca przyjmij równą $M_s=2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Porównaj uzyskany wynik z prędkością liniową ruchu Słońca w Galaktyce.

15.41

Czy na podstawie znanej prędkości ruchu Słońca wokół środka Galaktyki, $v=250 \text{ km/s}$, możemy oszacować jej masę?

15.42

Uszereguj obiekty astronomiczne według rozmiarów:
Galaktyka, planeta gwiazda, mgławica, układ planetarny

15.43

Dlaczego na Ziemi występują pory roku?

15.44

Wiadomo, że Jowisz znajduje się w odległości 5,2AU od Słońca, a Saturn 9,5AU od Ziemi. Oblicz okresy obiegu tych planet wokół Słońca.