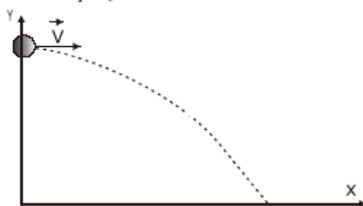
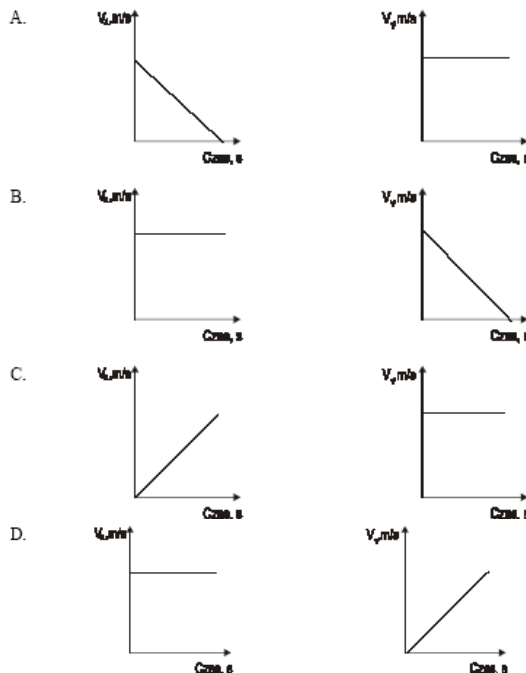


Zadanie 1. (1 pkt)

Koszykarz wyrzucił z autu piłkę na boisko.



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



Odp. D

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;
- częstość kołowa jest odwrotnie proporcjonalna do okresu obiegu okręgu;
- prędkość liniowa zależy od iloczynu częstotliwości i promienia okręgu.

Odp. B

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.

Odp.

$$V_{rz} + V_z = \frac{s}{t_1} \quad t_1 = 0,5h$$

$$V_z - V_{rz} = \frac{s}{t_2} \quad t_2 = 1,5h$$

$$V_z = V_{rz} \frac{t_1 + t_2}{t_2 - t_1}$$

$$V_z = 2 \text{ m/s}$$

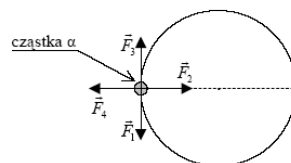
1p – zapisanie zależności między wartością prędkości własnej statku i prędkości nurtu, przy odpowiednim zapisie czasów płynięcia statku z prądem i pod prąd

1p – porównanie dróg statku z prądem i pod prąd; wyznaczenie prędkości własnej statku na symbolach

1p – wyznaczenie wartości prędkości statku wraz z jednostką

Zadanie 1. (1 pkt)

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



Siłę zmieniającą prędkość przedstawia wektor

- A. $\vec{F}_1$ B. $\vec{F}_2$ C. $\vec{F}_3$ D. $\vec{F}_4$

Odp. B

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 motorówką między przystaniami oddległymi od siebie o 2000 m.

Odp.

Wyznaczenie wartości prędkości motorówki względem brzegu.

$$v = v_1 - v_2$$

$$v = (3 - 1) \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Obliczenie czasu ruchu motorówki.

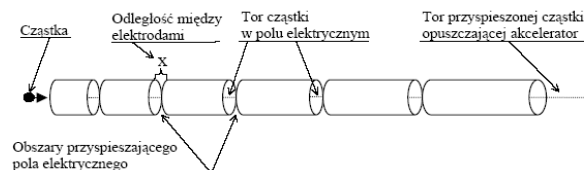
$$t = \frac{s}{v} = 1000 \text{ s}$$

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.

Odp.

Zauważenie, że dla $v_0 = 0$ wartość prędkości elektronu jest równa.

$$v_1 = \sqrt{2ax}$$

Zauważenie, że powyższa prędkość jest jednocześnie prędkością początkową dla drugiego przejścia, zatem

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2ax} = \sqrt{4ax}$$

Zapisanie zależności na wartość prędkości po 5-tym przejściu

$$v_5 = \sqrt{2 \cdot 5ax} = \sqrt{10ax}$$

Uwaga:

Możliwe jest również obliczenie wartości prędkości dla poszczególnych (kolejnych) przejść w polu elektrostatycznym.

Drugi sposób:

Jeżeli w pierwszym wzorze droga przebyta przez cząstkę oznaczona była s , to całkowita droga przebyta w przyspieszającym polu jest równa.

$$s = 5x$$

Wstawiając tę zależność do wyjściowego wzoru i uwzględniając, że prędkość początkowa jest równa zero, dochodzimy do zależności.

$$v_n = \sqrt{2 \cdot 5ax} = \sqrt{10ax}$$

Proponowana punktacja do drugiego sposobu:

- zauważenie, że prędkość początkowa jest równa zero – 1 punkt.
- za zauważenie, że całkowita droga może być sumą poszczególnych odcinków – 1 punkt.
- za otrzymanie końcowej zależności – 1 punkt.

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?

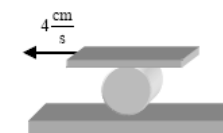
- A. 2,5 m B. 5 m C. 10 m D. 15 m

Odp. C

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 $2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$.

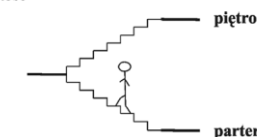


Odp. D

Zadanie 1. (1 pkt)

Tomek wchodzi po schodach z parteru na piętro. Różnica wysokości między parterem a piętrzem 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



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/s².

Odp.

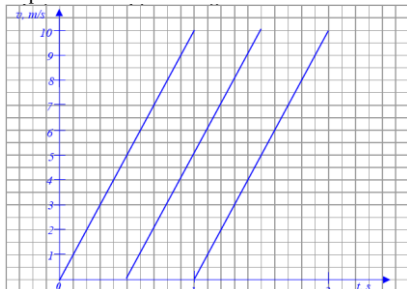
$$s = \frac{a\Delta t^2}{2}, \text{ gdzie } s = h \quad a = g, \quad \Delta E_p = E_k, \text{ zatem } mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$\text{zatem } h = \frac{g\Delta t^2}{2} \quad v = \sqrt{2gh} \\ \Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1 \text{ s} \quad v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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.

Odp.



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 odstęp 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 klaśnięciu w dłoń słuchacz usłyszał echo. Przyjmij, że wartość prędkości dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s.

Odp.

Droga przebyta przez falę akustyczną $s = 2l$, gdzie l jest odległością od ściany.

$$\text{Ponieważ, } 2l = v\Delta t \Rightarrow l = \frac{v\Delta t}{2}$$

$$l = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,1 \text{ s}}{2} \\ l = 17 \text{ m}$$

Aby słuchacz usłyszał echo odległość od ściany powinna być większa niż 17 m.

Zadanie 2. (1 pkt)

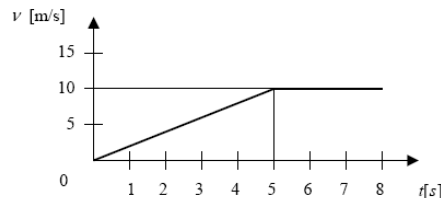
Uczeń rzucił mały kamień pionowo do góry. Kamień wznosił się na maksymalną wysokość 5 m i został złapany przez ucznia w miejscu, z którego został wyrzucony po upływie 2 s. Wartość prędkości średniej z jaką poruszał się kamień w czasie trwania całego ruchu, wynosi:

- A) około $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. B) około $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. C) około $2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. D) $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Odp. B

Zadanie 10. Samochód (3 pkt)

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



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

Odp.

a) ruch jednostajnie przyspieszony.	1p – nazwa ruchu,	
b) $a = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	3 1p – podanie wartości przyspieszenia,	Drogę można obliczyć dowolną metodą.
c) $\Delta s = 55 \text{ m}$	1p – obliczenie drogi.	

Zadanie 1. (1 pkt)

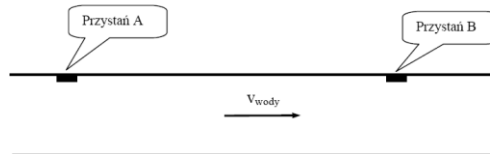
Samolot leciał najpierw 400 km na wschód, a następnie na północ. Przemieszczenie samolotu na całej trasie wyniosło 500 km. Droga przebyta przez ten samolot jest równa

- A) 500 km
B) 700 km
C) 800 km
D) 900 km

Odp. B

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.



Odp.

- 1p – skorzystanie z definicji prędkości
1p – zapisanie zależności opisujących ruch statku i tratwy
1p – obliczenie wartości prędkości tratwy i podanie wyniku wraz z jednostką ($v = 2,5 \text{ m/s}$)

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

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

Odp. B

Zadanie 2. (1 pkt)

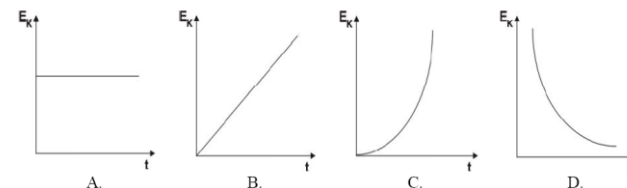
Brzeg krzeselka obracającej się karuzeli znajduje się w odległości 4 metrów od osi obrotu karuzeli. Wartość prędkości liniowej brzegu krzeselka jest równa 8 m/s. Karuzela obraca się z częstotliwością równą około

- A. 0,08 Hz. C. 0,32 Hz.
B. 0,16 Hz. D. 0,64 Hz.

Odp. C

Zadanie 7. (1 pkt)

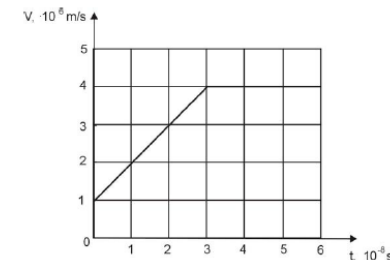
Autobus porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym po linii prostej. Zależność energii kinetycznej tego autobusu od czasu prawidłowo przedstawiono na wykresie



Odp. C

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.

Odp.

Określa metodę – pole powierzchni pod wykresem, gdzie prędkość wzrasta jest równoważne drodze przebytej przez elektron.

Oblicza wartość przebytej przez elektron drogi $s = 0,075 \text{ m}$.

1	2	Zdający może metody nie nazywać, może ją zastosować w obliczeniach.
1		

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.

Odp.

Obliczenie prędkości średniej Staszka $v_{St,S} = 5 \text{ m/s}$ (lub 18 km/h)	1
Obliczenie prędkości średniej Zygmunta $v_{Z,Z} = 6 \text{ m/s}$	1
Podanie wartości prędkości względnej $v_w = 1 \text{ m/s}$	1

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.

Odp.

Obliczenie $\Delta v \approx 28 \text{ m/s}$	1
Obliczenie wartości przyspieszenia $a \approx 3,5 \text{ m/s}^2$	1

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

- A. 1 : 12 B. 1 : 14,4 C. 1,2 : 1 D. 6,28 : 1,2

Odp. B

Zadanie 13. (5 pkt)

Uczniowie, by wyznaczyć przyspieszenie z jakim spadają ciała w powietrzu, spuszczali 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.

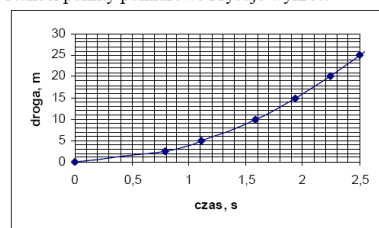
Piętro	11	10	8	6	4	2	1	0
Droga przebyta przez kulkę [m]	0	2,5	5	10	15	20	25	27
Czas spadania kulki stalowej [s]	0	0,79	1,11	1,58	1,93	2,24	2,5	2,6

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.

Odp.

Rysuje, oznacza i skaltuje osie.

Nanosi punkty pomiarowe i rysuje wykres.



Oblicza dla wybranego pomiaru przyspieszenie spadającej kulki $a \approx 8 \text{ m/s}^2$.

Stwierdza, że kulka nie spada swobodnie, bo jej przyspieszenie jest mniejsze od spadku swobodnego.

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.



Odp.

Przekształcenie zależności $S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2}$ i podstawienie prawidłowo danych	1
Obliczenie przyspieszenia, z jakim siłacz podnosi ciężar $a = 1 \text{ m/s}^2$	1
Obliczenie wartości siły wypadkowej $F_w = 100 \text{ N}$	1
Obliczenie wartości siły, z jaką siłacz działa na ciężar: $F = 1100 \text{ N}$	1

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.

Odp.

Zauważenie, że cała droga składa się z sumy dróg. $s = 2s$	1p.
Ustalenie czasu podróży w każdym z kierunków $t_1 = \frac{s}{v_1}$ i $t_2 = \frac{s}{v_2}$	1p.
Zapisanie równania umożliwiającego obliczenie prędkości średniej na całej trasie $v_{sr} = \frac{2s}{t_1 + t_2} = \frac{2s}{\frac{s}{v_1} + \frac{s}{v_2}} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}$	1p.
Obliczenie wartości prędkości ($v_{sr} = 48 \text{ km/h}$)	1p.

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:

A) 180 km/h B) 128 km/h C) 88 km/h D) 36 km/h

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

Zadanie 14. Bracia (4 pkt)

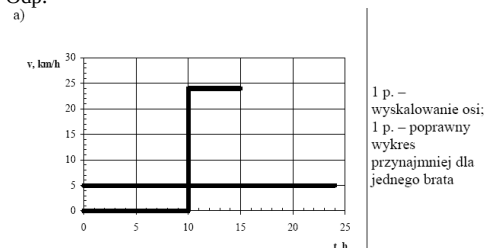
Dwaj bracia wracający ze szkoły nie zdążyli wsiąść do tramwaju. Jeden z nich poszedł z prędkością 5 km/h do domu odległego o 2 km, drugi zaczął na tramwaj, który przyjechał po 10 minutach. Tramwaj poruszał się ze średnią prędkością 24 km/h.

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?

Odp.



$$b) v_1 = \frac{s}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{s}{v_1} = 0,4[h]$$

$$t_2 = t_0 + \frac{s}{v_2} = 0,25[h]$$

Drugi brat był wcześniej.

$$c) \bar{v} = \frac{2}{0,25} = 8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

1 p. – poprawne obliczenie przynajmniej jednego czasu

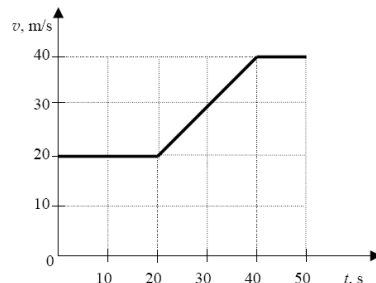
1 p. – obliczenie prędkości średniej

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.



Odp.

Wyprowadzenie zależności pozwalającej na obliczenie czasu z kinematycznych równań ruchu jednostajnie opóźnionego

$$t = \frac{2s}{v}$$

Zauważenie, że graficzna interpretacja drogi to pole figury pod wykresem $v(t)$ i obliczenie przebytej drogi $s = 1400 \text{ m}$

Obliczenie czasu hamowania ($t = 70 \text{ s}$)

1p.

1p.

1p.

3

Uczeń może obliczyć drogę dowolną metodą.

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
---	-------------------------------------	---	---

Zadanie 1. (1 punkt)

Wykres przedstawia zależność prędkości biegacza od czasu.

W ciągu 16 s przebędzie on drogę:

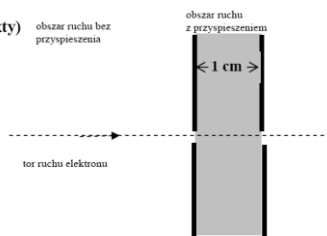
A) 200 m
B) 100 m
C) 128 m
D) 196 m



Odp. B

Zadanie 13. Lampa kineskopowa (3 punkty)

W lampie kineskopowej elektron poruszający się z prędkością początkową o wartości $1,5 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ wpada w obszar o długości 1 cm, w którym jest przyspieszany polem elektrycznym. Wylatuje z tego obszaru z prędkością o wartości $5,7 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Oblicz przyspieszenie elektronu przy założeniu, że było ono stałe.



Odp.

$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2}$$

$$a = \frac{(v - v_0)(v + v_0)}{2s}$$

$$a \approx 1,62 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1

1

1

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.

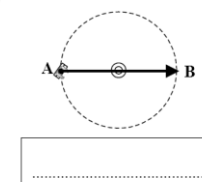
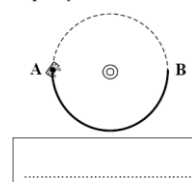
Odp. A

Zadanie 11. Karuzela (3 pkt)

Siedzące na krzeselku 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*.

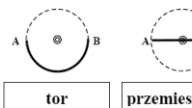


11.2. (2 pkt)

Oblicz drogę przebytą przez dziecko z A do B.

Odp.

Wpisanie prawidłowych określeń pod rysunkami.



1

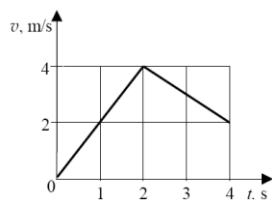
Zauważenie, że droga jest równa połowie długości okręgu

Obliczenie drogi $s \approx 6,28 \text{ m}$.

1

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.



Odp.

Ustalenie przebytej drogi (10 m) np. na podstawie wykresu.	1
Obliczenie wartości prędkości średniej $v_{sr} = 2,5 \frac{m}{s}$.	1

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.

Odp.

Zastosowanie równań opisujących drogę i prędkość w ruchu jednostajnie przyspieszonym i przekształcenie ich do postaci umożliwiającej obliczenie przyspieszenia ($a = \frac{v^2}{2s}$).	1
Obliczenie wartości przyspieszenia $a = 1,2 \text{ m/s}^2$.	1

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. Droga, jaką musi przebyć, aby osiągnąć tę prędkość wynosi:

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

Odp.

Ruch samochodu jest ruchem jednostajnie przyspieszonym. Droga przebyta przez samochód jest iloczynem średniej prędkości i czasu. Ponieważ początkowa prędkość jest równa zero, to średnia prędkość jest równa połowie końcowej prędkości. Przebyta droga wynosi więc:

$$s = \frac{v}{2} \cdot t = \frac{28 \text{ m/s}}{2} \cdot 10 \text{ s} = 140 \text{ m}.$$

Odpowiedź C.

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.

Odp.

Czas na pokonanie pierwszych 4 km wynosi 4/60 godz = 4 min. Czas na pokonanie pozostałych 6 km wynosi 6/10 godz = 36/60 godz = 36 min. Całkowity czas jazdy wynosi 36+4 = 40 min.	2
Średnia prędkość, to całkowita droga podzielona przez całkowity czas, a więc 10km/40 min = (10·60/40) km/h = 15 km/h ≈ 4,17m/s	1

Zadanie 15. (2 pkt)

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

Odp.

Prędkość kątowna koła wynosi $\omega = v/r$ Czas pełnego obrotu koła wynosi $T = 2 \pi / \omega = 2 \pi r / v$, $T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,36 \text{ m}}{5 \text{ m/s}} = 0,45 \text{ s}$	1
---	---

$$\text{Ilość obrotów } n = s / 2\pi r = \frac{45 \text{ m}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,36 \text{ m}} \approx 20$$

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).

Odp.

Dźwięk musiał przebyć drogę l do skały i jeszcze raz tę samą drogę powrotną z prędkością $v = 330 \text{ m/s}$. A więc $2l = vt = 330 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ s} = 165 \text{ m}$. Odległość od skał $l = 165 \text{ m} / 2 = 82,5 \text{ m}$.	1
--	---

Długość fali, to stosunek jej prędkości do częstotliwości :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330 \text{ m/s}}{220 \cdot 1/\text{s}} = 1,5 \text{ m}.$$

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.

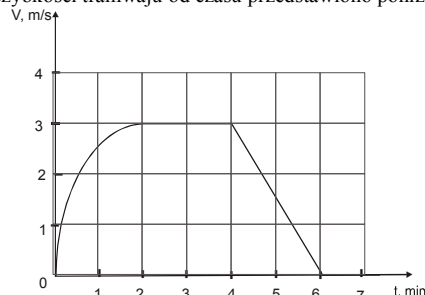
Odp.

- podanie poprawnej odpowiedzi:
stwierdzenie nie jest prawdziwe – 1 punkt
- podanie uzasadnienia:
w kierunku pionowym ruch odbywa się pod wpływem siły grawitacji, która powoduje zmianę składowej pionowej prędkości (lub inne równoważne) – 1 punkt

Zadanie 1 (1 pkt)

Tramwaj między przystankami poruszał się ruchem zmiennym.

Zależność szybkości tramwaju od czasu przedstawiono poniżej:



Przyspieszenie tramwaju podczas hamowania miało wartość:

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

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

Odp.

Obliczenie z definicji przyspieszenia, wstawienie wartości prędkości odczytanych z wykresu:

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = -0,025 \frac{m}{s^2}, \text{ odp. A}$$

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 przeciwnie,
(c) najpierw zgodne a potem przeciwnie,
(d) najpierw przeciwnie, a potem zgodne.

Odp.

Odp.(d) - początkowo wektor prędkości skierowany jest pionowo do góry, a następnie pionowo w dół. Wektor przyspieszenia swobodnego spadania jest przez cały czas lotu skierowany pionowo w dół.

Zadanie 5 (1 pkt)

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

Czas spadania szczypiec wynosił:

- A). 0,63 s; C). 1,12 s;

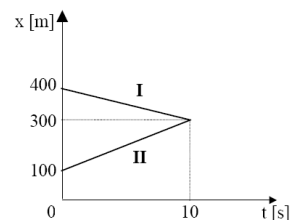
- B). 0,79 s; D). 1,25 s.

Odp.

Obliczenie czas spadku swobodnego szczypiec na Księżycu,

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1,12 \text{ s}, \text{ odp. C}$$

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.

- odczytanie wartości prędkości v_I i v_{II} z wykresu

1 punkt

- poprawne zapisanie zasady zachowania pędu

1 punkt

• obliczenie stosunku $\frac{m_I}{m_{II}} = \frac{2}{3}$ lub $\frac{m_{II}}{m_I} = \frac{3}{2}$

1 punkt

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.

- poprawne zapisanie zasady zachowania energii, bądź równań ruchu

1 punkt

- obliczenie drogi hamowania i podanie wyniku wraz z jednostką $s=32 \text{ m}$

1 punkt

- podanie odpowiedzi wraz z uzasadnieniem

1 punkt

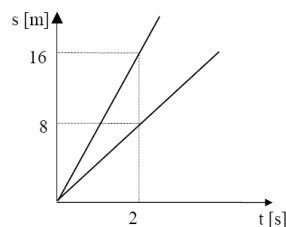
Zadanie 2.

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.

Odp.

– obliczenie dróg przebytych przez każdego rowerzystę	1 p.
– zastosowanie tw. Pitagorasa i obliczenie odległości: $s = 20 \text{ km}$	1p.

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



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

Odp.

- ♦ odczytanie wartości v_1 i v_2 z wykresu 1 punkt
- ♦ ułożenie układu równań 1 punkt
- ♦ obliczenie szybkości prądu rzeki $v_{rc}=2 \frac{m}{s}$ 1 punkt
- ♦ obliczenie szybkości motorówki $v_m=6 \frac{m}{s}$ 1 punkt

Zadanie 3.

Wskaz, w jakich ruchach są stałe:

wartość prędkości -	
kierunek prędkości -	
wektor prędkości -	

- wartość prędkości – ruch jednostajny prostoliniowy i krzywoliniowy	1 p.
- kierunek prędkości – ruch prostoliniowy jednostajny i zmienny	1 p.
- wektor prędkości – ruch jednostajny prostoliniowy	1 p.

Zadanie 7.

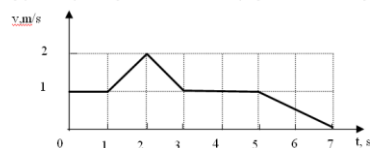
Motorowerzysta ruszył z miejsca ruchem jednostajnie przyspieszonym. Po 15 s tego ruchu wartość prędkości motoroweru wynosiła 6 m/s. Oblicz drogę przebytą przez motorowerzystę po 20 s tego ruchu ?

Odp.

- zastosowanie odpowiednich równań i wyznaczenie przyspieszenia	1 p.
- obliczenie drogi po 20 s ruchu: $s = 80$ m	1 p.

Zadanie 9.

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

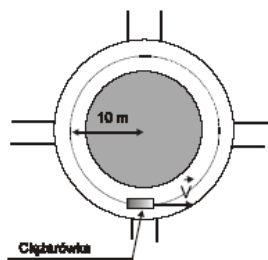


Odp.

- obliczenie przebytej drogi jako pola pow. pod łamaną na wykresie: $s = 7$ m	1 p.
- odczytanie czasu i obliczenie wartości prędkości średniej: $v = 1$ m/s	1 p.

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.

Odp.

Siłą dośrodkową (w układzie związanym z jezdnią) w tym ruchu jest siła tarcia. Aby skrzynia nie przemieszczała się musi być spełniony warunek:

$$F_t \geq F_c$$

Dla granicznego przypadku:

$$mg\mu = \frac{mv^2}{r} \quad \text{czyli} \quad v = \sqrt{rg\mu} = \sqrt{60} = 7,75 \text{ m/s}$$

Zadanie 1. (1 pkt)

W czasie 0,1 s ręka koszykarza trzymającego nieruchomo piłkę nadala 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

Odp. D

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.

Odp.

$$F = T$$

$$m \cdot \omega^2 \cdot r = \mu \cdot m \cdot g$$

$$\omega = \sqrt{\frac{\mu \cdot g}{r}}$$

$$\omega = \sqrt{10} \text{ s}^{-1} \approx 3,16 \text{ s}^{-1}$$

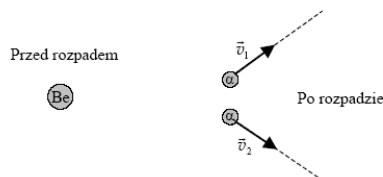
1p – zapisanie zależności między wartością siły dośrodkowej, a wartością siły tarcia

1p – wyznaczenie prędkości kątowej punktu znajdującego się na brzegu tarczy na symbolach

1p – podanie wartości liczbowej tej prędkości wraz z jednostką

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.

Odp.

Zapisanie stwierdzenia, że cząstki nie mogą się tak poruszać.

Napisanie uzasadnienia powołującego się na zasadę zachowania pędu podczas rozpadu.

Zadanie 10. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego (2 pkt)

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

10.1 (1 pkt)

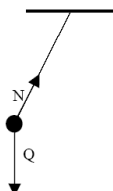
Wahadło odchyłono o niewielki kąt od położenia równowagi i puszczono. Narysuj siły działające na wahadło matematyczne w tym momencie.

10.2 (1 pkt)

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

Odp.

10.1



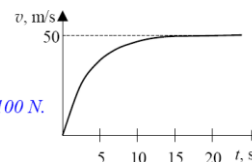
10.2

Należy zmierzyć okres (lub częstotliwość) drgań wahadła i jego długość.

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

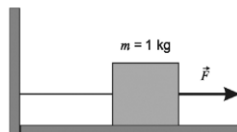
- A. jest stała i wynosi 50 N.
B. jest stała i wynosi 100 N.
C. rośnie do maksymalnej wartości 50 N.
D. rośnie do maksymalnej wartości 100 N.



Zadanie 11. Kłócek (5 pkt)

Drewniany kłócek przymocowany 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 kłócek, aby nitka nie uległa zerwaniu.

Odp.

Z treści zadania wynika, że $F = F_T + F_N$, gdzie $F_T = \mu mg$.

$$F = \mu mg + F_N$$

$$F = 0,2 \cdot 1 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 4 \text{ N}$$

$$F = 2 \text{ N} + 4 \text{ N}$$

$$F = 6 \text{ N}$$

11.2 (2 pkt)

Oblicz wartość przyspieszenia, z jakim będzie poruszał się klocek, jeżeli usunięto 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.

Odp.

$$a = \frac{F_W}{m}, \quad \text{gdzie} \quad F_W = F - F_T, \quad \text{zatem}$$

$$a = \frac{F - F_T}{m} = \frac{6 \text{ N} - 1,5 \text{ N}}{1 \text{ kg}}$$

$$a = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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:

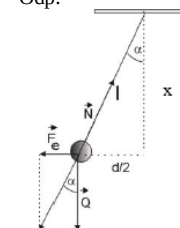
- A) całkowity pęd układu Fiat - Polonez równa się $24000 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.
B) całkowity pęd układu Fiat - Polonez jest równy zeru.
C) pęd Fiata ma tą samą wartość jak pęd Poloneza.
D) pęd Fiata ma przeciwny zwrot niż pęd Poloneza.

Odp. A

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.

Odp.



$$\tan \alpha = \frac{F_e}{Q} = \frac{d}{2x}$$

$$\frac{kq^2}{d^2 mg} = \frac{d}{2x}$$

$$x = \sqrt{l^2 - \frac{d^2}{4}}$$

$$q = \sqrt{\frac{mgd^3}{2k\sqrt{l^2 - \frac{d^2}{4}}}}$$

1p – rysunek z rozkładem sił,

5 1p – wyznaczenie zależności między siłami oraz d i x,
1p – podstawienie wzorów na siły,

1p – wyznaczenie przyprostokątnej w trójkącie

1p – wyznaczenie szukanej zależności.

Można zaznaczyć tylko siłę ciężkości i oddziaływania elektrostatycznego.

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.

Odp. C

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 $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Odp.

$\frac{m \cdot V^2}{2} = \mu mgs$	3	1p – zapisanie związku między energią kinetyczną, a pracą.	Przy rozwiązaniu siłami:
$\mu = \frac{V^2}{2gs}$		1p – wyznaczenie współczynnika tarcia,	1 punkt za zapisanie związku między siłami,
$\mu = 0,03$		1p – obliczenie wartości współczynnika tarcia.	1 punkt za wyznaczenie μ .

Zadanie 2. (1 pkt)

Aby ruszyć z miejsca ciężką szafę, należy ją pchnąć, 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

Odp. B

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.

Odp.

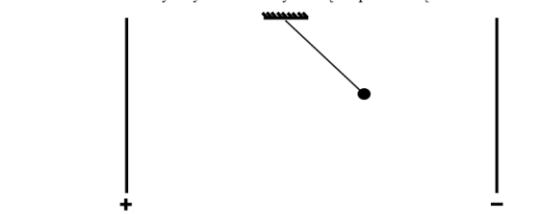
1p – skorzystanie z zasady zachowania pędu

1p – obliczenie wartości prędkości łódki i podanie wyniku wraz z jednostką

($v = 0,2 \text{ m/s}$)

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)

Odp.

1p – prawidłowe narysowanie trzech wektorów sił z zachowaniem odpowiednich proporcji

1p – zauważenie, że wartości siły elektrostatycznej i siły ciężkości są sobie równe

1p – obliczenie wartości siły ciężkości i podanie wyniku wraz z jednostką

($F = 0,01 \text{ N}$)

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.

Odp. C

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

- A. działa siła tarcia, której wektor ma zwrot i kierunek zgodny z wektorem prędkości kolejki.
B. działa siła tarcia, której wektor ma kierunek zgodny a zwrot przeciwny do wektora prędkości kolejki.
C. działa siła tarcia, której wektor ma zwrot i kierunek zgodny z wektorem przyspieszenia prędkością a drogą.
D. działa siła tarcia, której wektor ma kierunek zgodny a zwrot przeciwny do wektora przyspieszenia grawitacyjnego.

Odp. A

Zadanie 12. (3 pkt)

W jednorodnym polu elektrycznym o natężeniu $10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ 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.

Odp.

Pisze II zasadę dynamiki i siłę elektryczną

$$F = ma \text{ oraz } F = qE$$

Wylicza ładunek $q = \frac{ma}{E}$	1
------------------------------------	---

Oblicza wartość ładunku $q = 3,2 \cdot 10^{-17} \text{ C}$.

Zadanie 16. (3 pkt)

Powietrze jest mieszaniną atomów i cząsteczek różnych gazów. Zgodnie z zasadą ekwipartycji energii cząsteczki powietrza poruszając 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.

Odp.

Zapisuje II zasadę dynamiki w postaci

$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ i wnioskuję, że dla zderzenia sprężystego $\Delta \vec{p} = 2 \vec{p}$.	1
--	---

Zapisuje pęd równaniem $p = \sqrt{2mE_k}$	1
---	---

Zapisuje zależność siły, z jaką cząsteczka gazu działa na ścianę od masy cząsteczki

$F = \frac{2\sqrt{2mE_k}}{\Delta t}$	1
--------------------------------------	---

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

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

Odp. C

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.



Odp.

Przekształcenie zależności $s = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2s}{t^2}$ i podstawienie prawidłowo danych	1
Obliczenie przyspieszenia, z jakim silacz podnosi ciężar $a = 1 \text{ m/s}^2$	1
Obliczenie wartości siły wypadkowej $F_w = 100 \text{ N}$	1
Obliczenie wartości siły, z jaką silacz działa na ciężar: $F = 1100 \text{ N}$	1

Zadanie 21. (4 pkt)

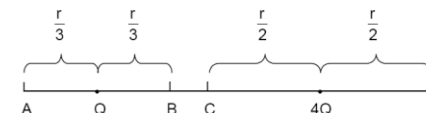
Neutron o masie $1,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ mający energię kinetyczną o wartości 10^{-15} J uderza w nieruchome jądro uranu $^{235}_{92}\text{U}$ i zostaje przez nie pochłonięty. Wykaż, że prędkość neutronu przed uderzeniem w jądro miała wartość około $1,1 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ i oblicz prędkość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

Odp.

Otrzymanie zależności $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$ i podstawienie poprawnych wartości	1
Poprawnie wyliczoną prędkość $v \approx 1,1 \cdot 10^6 \text{ m/s}$	1
Zapisanie związku wynikającego z prawa zachowania pędu m i przekształcenie go oraz podstawienie prawidłowych wartości liczbowych:	1
$m_{\text{neutronu}} \cdot v_{\text{neutronu}} + 0 = m_{\text{U}236} \cdot v \Rightarrow v = \frac{m_{\text{neutronu}} \cdot v_{\text{neutronu}}}{m_{\text{U}236}}$	1
Obliczenie $v \approx 4,6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	1

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

Odp. B

Zadanie 12. Wahadło (2 pkt)

Wahadło matematyczne odchyliło o niewielki kąt od położenia równowagi.

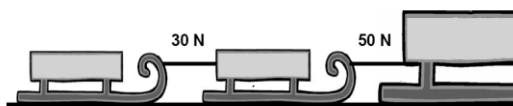
Narysuj i opisz siły działające na kulkę wahadła w tym położeniu.

Odp.

lub	1 p. – wykres
Działają siły: ciężkości (grawitacji) i sprężystości nici. Pod działaniem siły wypadkowej F_h wahadło wykonuje drgania harmoniczne. lub: Siła ciężkości rozkłada się na siłę napinającą nić wahadła, równoważoną przez siłę sprężystości nici, oraz na siłę harmoniczną F_h , powodującą ruch wahadła.	1 p. – opis sił działających na kulkę wahadła

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 sanek ($m_1 : m_2$). Opory ruchu należy zaniedbać.

Odp. $m_1 a = N_1$ $m_2 a = N_2 - N_1$	1 p. – zapisanie równań ruchu
$m_1 a = 30 \text{ [N]}$ i $m_2 a = 20 \text{ [N]} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{2}$	1 p. – wyznaczenie stosunku mas

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

- A. 25 N.
 B. 75 N.
 C. 250 N.
 D. 750 N.

Odp. D

Zadanie 13. Śnieżka (3 pkt)

Kulka o masie 0,2 kg ulepiona z wilgotnego śniegu uderzyła prostopadłe 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.

Odp.

Zastosowanie ogólnej postaci drugiej zasady dynamiki	1p.	3
Określenie zmiany pędu kulki.	1p.	
Wyznaczenie wartości średniej siły działającej na śnieżkę. ($F = 20 \text{ N}$)	1p.	

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 $1,219 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

a) Wyjaśnij, dlaczego w wyniku emisji fotonu pęd atomu wodoru ulega zmianie. (2 pkt)

b) Oblicz energię emitowanego fotonu. (2 pkt)

Odp.

a) Stwierdzenie, że foton posiada pęd.	1p.
Odwołanie się do zasady zachowania pędu	1p.
b) skorzystanie z zależności $E = h \frac{c}{\lambda}$	1p.
Obliczenie wartości energii ($E \approx 1,63 \cdot 10^{-18} \text{ J}$)	1p.

Zadanie 14. Rozpraszanie neutronów (4 punkty)

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

Odp.

$F = m \cdot a$	1
$0 = v_0 - a \Delta t$	1
$s = v_0 \Delta t - \frac{a v_0^2}{2}$	1
$F = \frac{m v_0^2}{2d}$	1
$F \approx 16,4 \text{ N}$	1

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 ulegała zmianie.

Odp.

Ustalenie wartości siły napędowej $F_{\text{nap}} = 2500 \text{ N}$.	1
Ustalenie wartości siły wypadkowej po ustaniu wiatru $F_{\text{wyp}} = 500 \text{ N}$.	1
Obliczenie wartości przyspieszenia $a = 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.	1

Zadanie 17. Gwóźdź (5 pkt)

Młotek o masie 0,5 kg poruszający się z prędkością o wartości 10 m/s, podczas wbijania gwoździa 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)

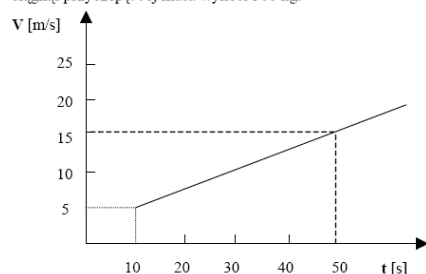
Oblicz wysokość z jakiej należałoby swobodnie upuścić ten młotek aby uderzenie wbiło gwóźdź na tę samą głębokość.

Odp.

Wyrażenie wartości siły działającej na gwóźdź $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$.	1
Obliczenie wartości siły $F = 2,5 \text{ kN}$.	1
Zauważenie, że $\frac{mv^2}{2} = mgh$	1
Zapisanie wyrażenia $h = \frac{v^2}{2g}$.	1
Obliczenie wysokości $h = 5 \text{ m}$.	1

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.



Odp.

Wykres pokazuje jednostajny przyrost prędkości w czasie. Przyczepa porusza się więc ruchem jednostajnie przyspieszonym. Z wykresu odczytujemy, że przyrost prędkości w czasie 40 sekund wyniósł 10 m/s. Przyspieszenie wynosi więc $10/40 = 0,25 \text{ m/s}^2$.

Skoro masa przyczepy wynosi 300 kg, to siła konieczna do nadania jej przyspieszenia $0,25 \text{ m/s}^2$ wynosi $F = 0,25 \cdot 300 = 75 \text{ N}$.

Zadanie 14. (3 pkt)

Dwa samochody jadą naprzeciwko siebie po śliskiej zosie. 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 o przeciwnym zwrocie. Samochody zderzyły się niesprężysto. Oblicz, z jaką prędkością i w którą stronę poruszają się samochody tuż po zderzeniu.

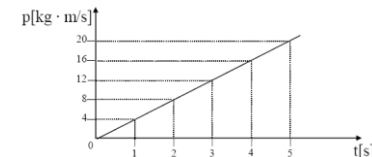
Odp.

W zderzeniu niesprężystym zachowany zostaje pęd. Pęd lżejszego samochodu wynosi 8000 kg m/s , pęd drugiego samochodu wynosi -18000 kg m/s . Znak minus oznacza, że zwrot prędkości drugiego samochodu będzie przeciwny niż pierwszego. Całkowity pęd wynosił -10000 kg m/s . Po zderzeniu oba samochody poruszały się razem. Całkowita masa obu pojazdów wynosiła 2000 kg , a ich prędkość musiała być taka, żeby pęd wynosił -10000 kg m/s . Prędkość wynosiła więc $-10000/2000 = -5 \text{ m/s}$.

Oba pojazdy tuż po zderzeniu poruszały się z prędkością 5 m/s o takim zwrocie, jak zwrot prędkości cięższego samochodu przed zderzeniem.

SANKI

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



Zadanie 15 (1 pkt)

Korzystając z wykresu, oblicz wartość prędkości sanek 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 sanek. Zaznacz na wykresie wartości liczbowe dla przedziału czasu od 0 do 5 sekund.

Zadanie 18 (2 pkt.)

Oblicz wartość energii kinetycznej sanek na początku trzeciej sekundy ruchu.

Zadanie 19 (3 pkt.)

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



Odp.

Zadanie 15 (1 punkt)

- skorzystanie ze wzoru $p = mv$, odczytanie odpowiednich wartości z wykresu i obliczenie wartości prędkości ($v = 2,5 \text{ m/s}$) – 1 punkt

Zadanie 16 (1 punkt)

- Skorzystanie z zależności $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$, obliczenie wartości siły i podanie jej wraz z jednostką ($F = 4 \text{ N}$) – 1 punkt

Zadanie 17 (3 punkty)

- opisanie i wyskalowanie osi – 1 punkt
- obliczenie wartości przyspieszenia ($a = 0,5 \text{ m/s}^2$) – 1 punkt
- narysowanie wykresu – 1 punkt

Zadanie 18 (2 punkty)

- obliczenie prędkości na początku trzeciej sekundy ruchu lub wyprowadzenie zależności pomiędzy energią kinetyczną a pędem – 1 punkt
- obliczenie energii kinetycznej i podanie jej wraz z jednostką ($E = 4 \text{ J}$) – 1 punkt

Zadanie 19 (3 punkty)

- narysowanie siły ciężkości (uczeń może rozłożyć tę siłę na składowe) – 1 punkt
- narysowanie siły reakcji podłoża i siły tarcia – 1 punkt
- zachowanie odpowiednich proporcji – 1 punkt

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 kłoka o powierzchnię stołu jest równy 0,1. Siła tarcia $\vec{T}$ działająca na klocek ma wartość:



- a) 2 N,
 b) 6 N,
 c) 8 N,
 d) Nie można obliczyć wartości siły tarcia $\vec{T}$, gdyż nie jest podany ciężar kłoka.

Odp. A

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 [s]	1	2	3	4
s [m]	4	8	12	16

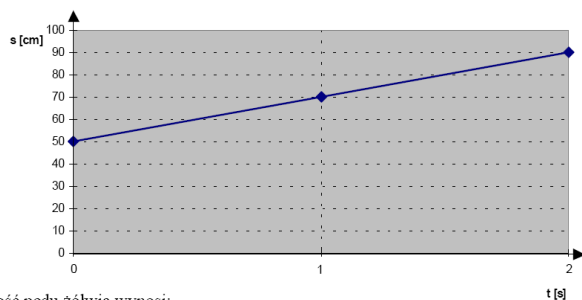
Na podstawie wyników pomiarów można stwierdzić, że:

- 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.

Odp. B

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 kgms⁻¹,
- 0,4 kgms⁻¹.

Odp. D

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.

Odp.

- prawidłowe ustalenie kierunków działania siły ciężkości i siły oddziaływania elektrostatycznego dla obu baloników – 1 punkt
- narysowanie we właściwej skali siły ciężkości dla obu baloników – 1 punkt
- narysowanie we właściwej skali siły elektrostatycznego oddziaływania dla obu baloników – 1 punkt
- narysowanie sił naciągu nici – 1 punkt
- narysowanie nici pod właściwym kątem – 1 punkt

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. Obie samochody zderzają się z betonową ścianą posiadając identyczną prędkość. Porównując samochód A z samochodem B, które z następujących twierdzeń dotyczących zderzenia jest/ są prawdziwe?

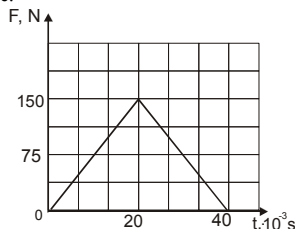
- Średnia siła działająca na samochód A jest mniejsza.
- Czas przejścia samochodu A w stan spoczynku jest krótszy.
- Zmiana pędu samochodu A jest mniejsza.
 - tylko I,
 - tylko I i II,
 - tylko II i III,
 - I, II, III

Odp.

Odp. (a) - dzięki „strefie zgniotu” droga i czas hamowania samochodu na ścianie są dłuższe. Dzięki temu średnia siła działająca na samochód jest mniejsza. Zmiana pędu obu samochodów wobec tej samej prędkości początkowej i końcowej jest identyczna.

Zadanie 2 (1 pkt)

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



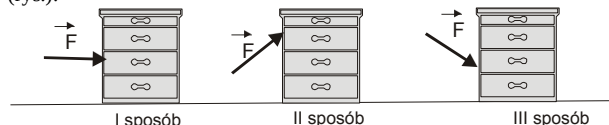
- $0,65 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $0,84 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $3 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;
- $6 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$;

Odp.

Zauważenie, że popęd siły jest równy zmianie pędu piłki, wartość popędu siły jest równa polu powierzchni pod wykresem $\Delta p = 3 \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$, odp. C

Zadanie 11 (2 pkt)

Komodę można przesuwac, przykładając do niej siłę na różne sposoby (rys.).



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

Odp.

Zauważenie, że składowa pionowa przyłożonej siły powoduje zmniejszenie wartości siły nacisku	1
Stwierdzenie, że przyłożenie zewnętrznej siły, jak pokazano w sposobie II, daje najmniejszy nacisk.	1

Zadanie 20 (4 pkt)

Balonik wypełniony helem wznosi 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.

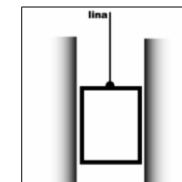
Odp.

Napisanie równania ruchu balonu $ma = F_w - Q$	1
Wstawienie wzorów pomocniczych $F_w = dgV$, $Q = mg$	1
Zapisanie równania ruchu i wyliczenie objętości $ma = dgV - mg$	1
$V = \frac{m(a+g)}{dg}$	
Wyliczenie wartości objętości $V = 0,005 \text{ m}^3$	1

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.

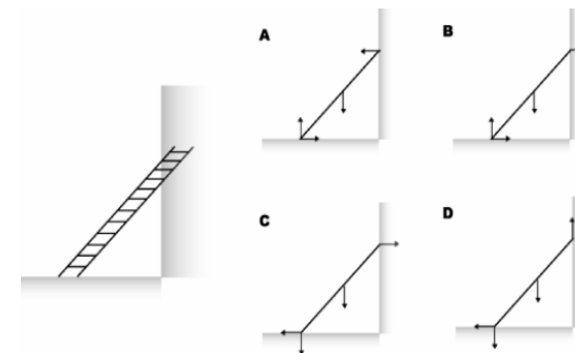


Odp.

Odp. (b) - wartość napięcia liny wynosi wówczas $m(a+g)$, gdzie m – masa windy, a – wartość jej przyspieszenia (opóźnienia), g – przyspieszenie swobodnego spadania. W pozostałych przypadkach wartości te wynoszą: (a) – mg ; (c) – $m(g-a)$; (d) – $m(g-a)$.

Zadanie 7 (1 pkt)

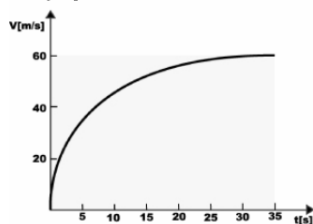
Drabina opiera się o idealnie gładką ścianę, jak to pokazano na rysunku. Który ze schematów najlepiej pokazuje siły działające na tę drabinę?



Odp. A

Zadanie 13 (2 pkt.)

Kontener o masie 4 kg spada ze znacznej wysokości w obszarze, w którym przyspieszenie swobodnego spadania wynosi 10 m/s. 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.



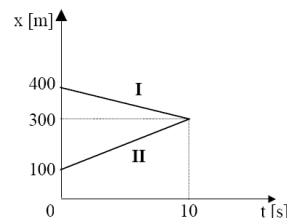
Odp.

Ustalenie na podstawie wykresu, że w 32 sekundzie kontener poruszał się już ruchem jednostajnym	1
Obliczenie siły oporu powietrza jako siły równoważającej siłę ciężkości $F_{op} = mg = 40 \text{ N}$	1

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.
 - ♦ *prawidłowe wykonanie działania na wektorach* 1 punkt
 - ♦ *wykonanie obliczeń i podanie wyniku wraz z jednostką:*
 $\Delta p = 0,6\sqrt{2} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,85 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,85 \text{ N} \cdot \text{s}$ 1 punkt
9. Przyjmując wartość zmiany pędu $1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ oraz czas oddziaływania kuli z bandą 0,01 s, oblicz średnią wartość siły oddziaływania kuli na bandę.
- ♦ *obliczenie i podanie wartości liczbowej wraz z jednostką: $F = 100 \text{ N}$* 1 punkt

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.
 - ♦ *odczytanie wartości prędkości v_I i v_{II} z wykresu* 1 punkt
 - ♦ *poprawne zapisanie zasady zachowania pędu* 1 punkt
 - ♦ *obliczenie stosunku $\frac{m_I}{m_{II}} = \frac{2}{3}$ lub $\frac{m_{II}}{m_I} = \frac{3}{2}$* 1 punkt
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.
 - ♦ *poprawne zapisanie zasady zachowania energii, bądź równań ruchu* 1 punkt
 - ♦ *obliczenie drogi hamowania i podanie wyniku wraz z jednostką $s = 32 \text{ m}$* 1 punkt
 - ♦ *podanie odpowiedzi wraz z uzasadnieniem* 1 punkt

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.

Odp.

– ułożenie równania z zasady zachowania pędu	1 p.
– wyznaczenie prędkości (przekształcenia)	1 p.
– obliczenie wartości prędkości razem z jednostką: $v = 8,3 \text{ m/s}$	1 p.

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 kół o jezdnię wynosi 0,3? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

Odp.

– zauważenie, że tarcie spełnia rolę siły dośrodkowej $F = T$	1 p.
– zastosowanie odpowiednich równań i wyznaczenie prędkości	1 p.
– obliczenie wartości prędkości granicznej razem z jednostką: $v = 54 \text{ km/h} < 60 \text{ km/h}$ i twierdząca odpowiedź na pytanie	1 p.

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.

Odp.

– działające siły muszą się równoważyć, aby ruch był jednostajny, siła ciągu = siła zsuwająca + siła tarcia	1 p.
– sporządzenie poprawnego rysunku	1 p.
– zastosowanie odpowiednich wzorów i obliczenie wartości siły z jednostką $F = 29,5 \text{ N}$	1 p.

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.

Odp.

Aby ruch akrobatki był jednostajny, wypadkowa siła działająca na nią musi być równa zero, czyli ciężar akrobatki musi być równoważony przez siłę oporu powietrza

$$F_o = Q = mg$$

Korzystamy ze wzoru na moc

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F_o s}{t} = F_o v = mgv = 7000 \text{ W}$$

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.

Odp.

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = 3,08 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$E_p = -\frac{GMm}{R+r} = -6,16 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$E_c = E_p + E_k = -3,08 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

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

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

Odp.

$$m \cdot g = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

$$\rho = \frac{3 \cdot g}{4 \cdot \pi \cdot R \cdot G}$$

$$\rho = 5512 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \approx 5500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Zadanie 3. (1 pkt)

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

Planeta	Przyspieszenie grawitacyjne
Merkury	3,71 m/s ²
Ziemia	9,78 m/s ²
Jowisz	22,65 m/s ²
Neptun	10,91 m/s ²

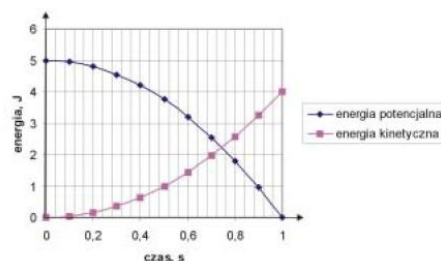
Długość wahadła matematycznego o okresie drgań równym 1 s, będzie największa na

- Merkurym.
- Ziemi.
- Jowiszu.
- Neptunie.

Odp. C

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**.

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

Odp. D

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.

Odp.

Zapisanie równania.

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

oraz zapisanie, że T jest okresem obrotu Ziemi wokół osi.

$$T = 24 \text{ h}$$

lub wykorzystanie zależności na prędkość orbitalną.

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Obliczenie wartości prędkości.

$$v \approx 3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

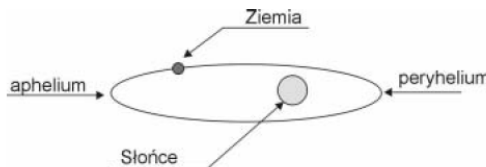
Uznajemy również wynik, gdy prędkość jest wyrażona innych jednostkach.

Uwaga:

Za wyprowadzenie zależności na wartość prędkości orbitalnej nie przydziela się punktu.

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. Stwierdzenie, że wartość prędkości Ziemi jest największa w peryhelium, a najmniejsza w aphelium.

Podanie uzasadnienia powołanie się na:

- zasadę zachowania energii lub
- zmienność siły grawitacyjnej lub
- II prawo Keplera lub
- zasadę zachowania momentu pędu.

Zadanie 4. (1 pkt)

Planety w ruchu dookoła Słońca poruszają się po orbitach będących

- okreęgami.
- hiperbolami.
- elipsami.
- parabolami.

Odp. C

Zadanie 9. Samochód na podnośniku (3 pkt)

Podczas stygnięcia wody w szklance do 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.

Odp.

Porównanie energii wydzielonej podczas ochładzania z energią potencjalną:

$$E = mgh \text{ lub } Q = mgh$$

Określenie wysokości:

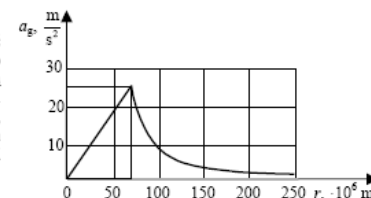
$$h = \frac{Q}{mg}$$

Obliczenie wysokości:

$$h \approx 6,72 \text{ m}$$

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.



Odp.

Odczytanie i zapisanie wartości przyspieszenia z przedziału od 25 do 28 m/s².

Odczytanie i zapisanie wartości promienia z przedziału od 6·10⁷ m do 8·10⁷ m.

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

- 1 J
- 2 J
- 5 J
- 10 J

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 pomini opór powietrza oraz przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s².

Odp.

$$s = \frac{a\Delta t^2}{2}, \text{ gdzie } s = h \text{ i } a = g, \quad \Delta E_p = E_k, \text{ zatem } mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$\text{zatem } h = \frac{g\Delta t^2}{2}$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$\Delta t = 1 \text{ s}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

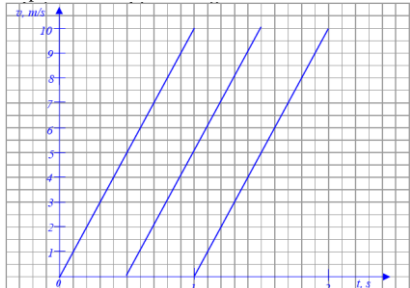
$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m}}$$

$$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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.

Odp.



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.

Odp.

Stwierdzenie jest prawdziwe.

Wartość prędkości liniowej satelity można obliczyć korzystając z zależności

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Zwiększenie promienia orbity kołowej r powoduje zmniejszenie wartości prędkości liniowej v.

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).

Odp.

$$\frac{1}{2} E_k = Q, \text{ gdzie } Q = mc\Delta T$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = mc\Delta T$$

$$\frac{v^2}{4} = c\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{v^2}{4c}$$

$$\Delta T = \frac{\left(300 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{4 \cdot 450 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = 50 \text{ K}$$

16.2 (1 pkt)

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

Odp.

Reszta energii kinetycznej została zużyta na wykonanie pracy (np. wydrążenie

kanalu w piasku, spłaszczenie pocisku)

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.

Odp. B

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 $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Odp.

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = \mu mgs$$

$$\mu = \frac{v^2}{2gs}$$

$$\mu = 0,03$$

1p – zapisanie związku między energią kinetyczną, a pracą.

1p – wyznaczenie współczynnika tarcia,

1p – obliczenie wartości współczynnika tarcia.

Przy rozwiązywaniu siłami:

1 punkt za zapisanie związku między siłami,

1 punkt za wyznaczenie związku między prędkością a drogą,

1 punkt za wyznaczenie i obliczenie μ .

Zadanie 17. Kulka (4 pkt)

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

Odp.

$$mgh = \frac{mV^2}{2}$$

1p – zapisanie zasady zachowania energii,

4 1p – wyznaczenie wysokości,

$$h = l - l \cos 30^\circ$$

$$V = \sqrt{2gl(1 - \cos 30^\circ)}$$

1p – wyznaczenie zależności na wartość prędkości,

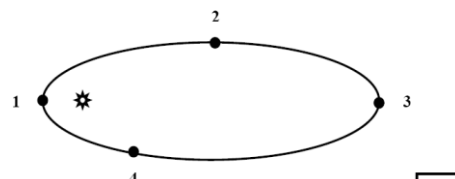
1p – obliczenie wartości prędkości.

$$V = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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



Odp. A

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.

Odp.

1p – zapisanie wyrażenia pozwalającego na obliczenie mocy (z wykorzystaniem wielkości podanych w treści zadania)

1p – obliczenie mocy i podanie wyniku wraz z jednostką ($P = 15 \text{ kW}$)

Zadanie 19. Metalowa kulka (5 pkt)

Mala 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/s^2 . 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							

Odp.

$$1p - \text{zapisanie formuły (wzoru) matematycznej } E_k = \frac{m \cdot g^2 \cdot t^2}{2}$$

(uczeń może podstawić do formuły (wzoru) wartości masy i przyspieszenia ziemskiego)

1p – ustalenie zależności pozwalającej obliczać energię potencjalną

1p – obliczenie wartości energii potencjalnej dla czasów podanych w tabeli

1p – opisanie i wyskalowanie osi

1p – naniesienie wartości i wykreślenie krzywej

-(zadający może wykorzystać zasadę zachowania energii i formułę z polecenia 19 a do obliczenia wartości energii potencjalnej lub obliczać bezpośrednio energię potencjalną)

-(jeśli zadający nie obliczy wartości liczbowych, a tylko naszkicuje prawidłowy przebieg zależności otrzymuje za szkic wykresu tylko 2 punkty)

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, $R_z \approx 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$). 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.

Odp.

1p – zapisanie związku między promieniami orbit satelitów

1p – zapisanie zależności wyrażających wartości prędkości satelitów

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_z}{r}} \text{ lub skorzystanie z zależności } \frac{m \cdot v^2}{r} = G \frac{m \cdot M}{r^2}$$

1p – obliczenia/przekształcenia

1p – podanie wyniku ($r_1 \approx 12,74 \cdot 10^6 \text{ m}$)

(jeżeli zadający poda tylko informacje o promieniu orbity drugiego satelity lub zapisze tylko, że $r_1 = 2 R_z$ to nie otrzymuje ostatniego punktu)

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

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

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

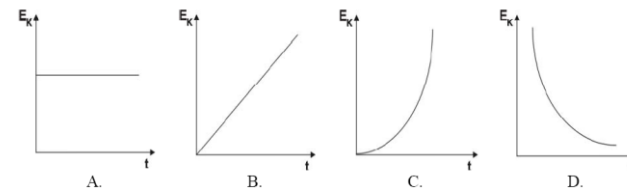
$$B. v = \sqrt{\frac{2g}{R}}$$

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

Odp. A

Zadanie 7. (1 pkt)

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



Odp. C

Zadanie 2. (1 pkt)

Na pewnej planecie, w pobliżu jej powierzchni, każdy kamień spada z przyspieszeniem około 5 m/s^2 (na powierzchni Ziemi z przyspieszeniem około 10 m/s^2). 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.

Odp. D

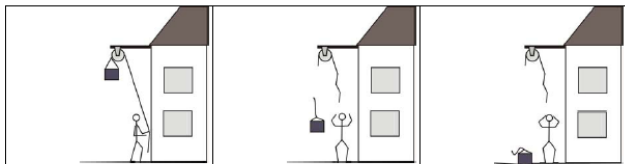
5. Energia kinetyczna samochodu ma wartość $2 \cdot 10^5 \text{ J}$. Gdy szybkość samochodu wzrośnie dwa razy, to jego energia kinetyczna będzie mieć wartość:

- A) $8 \cdot 10^5 \text{ J}$
- B) $4 \cdot 10^5 \text{ J}$
- C) 10^5 J
- D) $4 \cdot 10^4 \text{ J}$

☒	☐	☐	☐
A	B	C	D

Zadanie 18. (3 pkt)

Powiedzenie, że w przyrodzie nie ma ginię fizykowi kojarzy się z energią, która zachowuje swoją wartość przekształcając się z jednej formy w drugą. Poniżej zamieszczono 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.

Odp.

Wypisuje formy energii

Energia potencjalna ciężkości skrzyni	→	Energia kinetyczna skrzyni	→	Energia wewnętrzna skrzyni i podłoża	2
Energia będzie zachowana, jeżeli siły oporu będą na tyle małe, że można je pominąć.					1

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 wzrosła.
 D. energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów zmalała.

Odp. B

Zadanie 14. (2 pkt)

Hustawka, 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 prędkością. Uzasadnij, dlaczego w tym momencie prędkość będzie największa.



Odp.

Obliczenie $t = \frac{1}{4} T = 2s$

Uzasadnienie, które powinno zawierać stwierdzenia:

- korzystamy z zasady zachowania energii
 - prędkość będzie największa, bo energia kinetyczna będzie największa wtedy, gdy energia potencjalna będzie najmniejsza czyli w dolnym położeniu.

Zadanie 1. (1 pkt)

Z wysokości h rzucono dwie piłki z prędkościami o tej samej wartości v_0 – jedną pionowo do góry, a drugą pionowo w dół.

Jeśli nie uwzględnimy oporu powietrza, to o wartościach prędkości v_1 i v_2 piłek w chwili upadku na ziemię możemy powiedzieć, że

- A. $v_1 < v_2$ B. $v_1 > v_2$ C. $v_1 = v_2$ D. prędkości zależą od mas piłek.

Odp. C

Zadanie 3. (1 pkt)

Skrzynię o masie m przesuwamy 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 W_1 i W_2 wykonanych w obu przypadkach możemy powiedzieć, że

- A. $W_1 = W_2$ B. $W_1 = 2W_2$ C. $W_1 = \frac{1}{2}W_2$ D. $W_2 = 2W_1$

Odp. D

Zadanie 4. (1 pkt)

Jeśli ciało rzucone pionowo do góry z prędkością o wartości v_0 wzniósłoby się na pewną wysokość h blisko powierzchni Ziemi, to na planecie o przyspieszeniu grawitacyjnym 2 razy większym niż na Ziemi wzniósłoby się na wysokość h_p .

Pomiędzy tymi wysokościami zachodzi zależność

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

Odp. C

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.

Odp.

	1 p. – rysunek
Tor Ziemi jest elipsą. Skoro od wiosny do jesieni Ziemia przebywa dłuższą drogę niż od jesieni do wiosny, to znaczy, że w drugim przypadku znajduje się bliżej Słońca.	1 p. – odpowiedź na pytanie

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.

Odp.

	2 p. – po 1 p. za każdy rysunek toru
	2 p. – po 1 p. za zaznaczenie każdej z sił

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.

Odp. C

Zadanie 22. Księżyc Saturna (4 pkt)

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

Nazwa księżyca	Promień orbity księżyca w km	Okres obiegu księżyca 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)

Odp.

Zapisanie III prawa Keplera dla księżyców Saturna	1p.
Obliczenie okresu obiegu i podanie wyniku wraz z jednostką (zadający może podać wynik w postaci z pierwiastkiem) ($T \approx 0,7$ dnia)	1p.
Zauważenie, że siła grawitacji jest siłą dośrodkową i zapisanie odpowiednich zależności lub skorzystanie z wyrażenia: $v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}}$	1p.
Wyprowadzenie i zapisanie zależności pozwalającej wyznaczyć masę Saturna: ($M_s = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2}$)	1p.

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 wzniesie się ta piłka po drugim odbiciu?

A) $H/8$

B) $H/4$

C) $H/2$

D) $H/\sqrt{2}$

Odp. B

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.

Odp. C

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.

Odp.

Okres obiegu Słońca wokół środka Drogi Mlecznej $T = 2,5 \cdot 10^8 \text{ lat} = 2,5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^6 \text{ s} \approx 8 \cdot 10^{15} \text{ s}$	1
$G \frac{M_s M_s}{r^2} = \frac{M_s v^2}{r}$ $M_G = N M_s$	1
$N = \frac{4\pi^2 r^3}{G M_s T^2}$	1
$N \approx 5 \cdot 10^{10}$	1

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?

Odp.

$P \Delta t = n h \nu$	1
$n = \frac{P \Delta t}{h \nu}$	1
$n \approx 3,08 \cdot 10^{30}$	1

Zadanie 19. Krople deszczu (2 punkty)

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

Odp.

$v = \sqrt{2hg}$	1
$v = 663,8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	1

Zadanie 20. Gwiazdy neutronowe (3 punkty)

Podjeżdżają one, 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.

Odp.

$\frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$	1
$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$	1
$M \approx 4,8 \cdot 10^{34} \text{ kg}$	1

Zadanie 17. Gwóźdź (5 pkt)

Młotek o masie 0,5 kg poruszający się z prędkością o wartości 10 m/s, podczas wbijania gwóźdźa 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 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.

Odp.

Wyrażenie wartości siły działającej na gwóźdź $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$.	1
Obliczenie wartości siły $F = 2,5 \text{ kN}$.	1
Zauważenie, że $\frac{mv^2}{2} = mgh$	1
Zapisanie wyrażenia $h = \frac{v^2}{2g}$.	1
Obliczenie wysokości $h = 5 \text{ m}$.	1

Zadanie 18. Pileczka (4 pkt)

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

18.1 (2 pkt)

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

18.2 (2 pkt)

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

Odp.

Zapisanie zależności $mgh = \frac{mv^2}{2}$.	1
Obliczenie zmiany energii $\Delta E_p = 9 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. <i>Dopuszcza się rozwiązanie z zastosowaniem równań ruchu.</i>	1
Podanie dwóch przyczyn strat energii np. występowanie sił oporu podczas ruchu, strata energii przy częściowo niesprężystym odbiciu od podłoża. <i>Za podanie jednej przyczyny – 1pkt.</i>	2

Zadanie 2. (1pkt)

Piotruś rzucił piłkę tenisową pionowo do góry. Piłka wzniósł 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.

Odp.

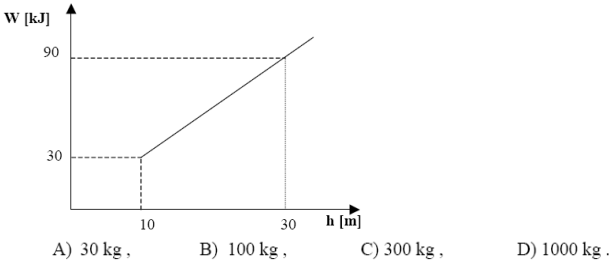
Piłka porusza się ruchem jednostajnie zmiennym pod wpływem siły ciężkości. Na wysokości 3,2 m jej prędkość wynosiła zero. Z zasady zachowania energii dostajemy końcową prędkość $v = [2gh]^{1/2} = [2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 3,2 \text{ m}]^{1/2} = 8 \text{ m/s}$.

Odpowiedź B.

Możliwe jest też inne rozwiązanie prowadzące do tego samego wyniku.

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?



Odp.

Z wykresu odczytujemy, że podniesienie nieznanej masy m o każde 10 metrów wymaga pracy $W = 30\,000 \text{ J}$. Wiemy, że podniesienie ruchem jednostajnym masy m na wysokość h w jednorodnym polu grawitacyjnym ziemskim wymaga pracy: $W = mgh$, a więc $m = W/gh = 300 \text{ kg}$.

Odpowiedź C.

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

Odp.

Z trzeciego prawa Keplera wiemy, że stosunek trzeciej potęgi promienia orbity do kwadratu okresu obiegu planety wokół Słońca jest stały, taki sam dla każdej planety.

A więc $(R_{\text{Jowisz}}/R_{\text{Ziemia}})^3 = (T_{\text{Jowisz}}/T_{\text{Ziemia}})^2$. Stosunek kwadratów okresów wynosi $(12/1)^2 = 144$. Stosunek promieni orbit Jowisza i Ziemi jest więc równy pierwiastkowi trzeciego stopnia z 144, a zatem 5,2.

Odpowiedź A.

Ten sam wynik otrzymany z równania dynamicznego mówiącego, że rolę siły dośrodkowej spełnia siła grawitacji.

Zadanie 19. (2 pkt)

Samochód stoi na czterech kołach, ciśnienie powietrza w każdej z opon wynosi $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ (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.

Odp.

Siła nacisku samochodu na powierzchnię jest równa iloczynowi ciśnienia powietrza w oponach i powierzchni styku. $F = 4 \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 8 \cdot 10^3 \text{ N}$.	1
Masa samochodu, to siła ciężkości (równa tutaj sile nacisku) podzielona przez przyspieszenie ziemskie, czyli $m = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2} = 800 \text{ kg}$	1

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) $v_1 = 2v_2$.

Odp. C

Zadanie 10 (1 pkt)

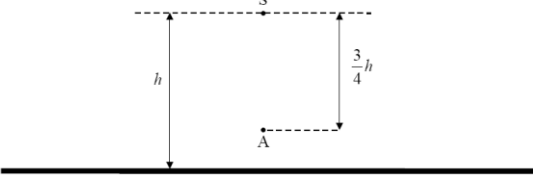
Gwiazda o masie $3 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ wytwarza pole grawitacyjne. W pewnym punkcie tego pola na ciało o masie 3 kg działa siła o wartości 150 N. Natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez gwiazdę ma w tym punkcie pola wartość:

- a) 50 N/kg,
b) 450 N/kg,
c) $5 \cdot 10^{-29} \text{ N/kg}$,
d) $4,5 \cdot 10^{32} \text{ N/kg}$.

Odp. A

Zadanie 2 (1 pkt)

Piłkę puszczone 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) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$.

Odp. D

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) $0 \frac{m}{s}$

Odp. A

Zadanie 6 (1 pkt)

Jeżeli 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.

Odp. D

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) $v_1 = 0,5v_2$.

Odp. A

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.

Odp.

- podanie poprawnej odpowiedzi:
stwierdzenie nie jest prawdziwe – 1 punkt
- podanie uzasadnienia:
 - Ziemia nie ma kształtu kulistego – 1 punkt*
 - Ziemia nie ma jednorodnego rozkładu masy – 1 punkt*

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.

Odp.

– zapisanie równania zasady zachowania energii w polu grawitacyjnym centralnym	1 p.
– wyznaczenie prędkości na symbolach ogólnych	1 p.
– obliczenie wartości prędkości razem z jednostką: $v = 9734 \text{ m/s}$	1 p.

Mala 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 łopatkę 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 łopatek turbiny 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 łopatkę turbiny 10% zmiany energii potencjalnej wody zostało zamienione w przyrost energii wewnętrznej tej wody. Oblicz przyrost temperatury wody.

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

Odp.

Zadanie 14.

- opisanie i wyskalowanie osi – **1 punkt**
 - zaznaczenie co najmniej pięciu punktów – **1 punkt**
 - narysowanie wykresu – **1 punkt**
- UWAGA!** wykres powinien rozpoczynać się w punkcie [0,0]
- Zadanie 15.**
- skorzystanie z zależności: $v = \sqrt{2gh}$ – **1 punkt**
(uczeń może tę zależność wyprowadzić)
 - obliczenie wartości prędkości i podanie jej **wraz z jednostką** – **1 punkt**

Zadanie 16.

- skorzystanie z zależności: $v = \omega r$ – **1 punkt**
- obliczenie wartości prędkości i podanie jej **wraz z jednostką** – **1 punkt**

Zadanie 17.

- skorzystanie ze wzoru na moc $P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$ i uwzględnienie sprawności – **1 punkt**
- obliczenie mocy i podanie wyniku **wraz z jednostką** – **1 punkt**

Zadanie 18.

- skorzystanie z zależności: $\Delta U = 0,1 \Delta E_p$ – **1 punkt**
- obliczenie przyrostu temperatury i podanie wyniku **wraz z jednostką** – **1 punkt**

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.

Odp.

Określenie wypadkowej siły równej sile grawitacji	1
Wyrażenie przyspieszenia dośrodkowego przez okres i promień orbity	1
Obliczenie masy Marsa z drugiej zasady dynamiki ($6,5 \cdot 10^{23}$ kg)	1

Zadanie 5 (1 pkt)

Astronauta podczas zbierania próbek skał z powierzchni Księżyca upuścił szczyptę z wysokości 1 m. Przyspieszenie grawitacyjne przy powierzchni Księżyca ma wartość $1,6 \text{ m/s}^2$.

Czas spadania szczyptę wyniósł:

A). 0,63 s; C). 1,12 s;

B). 0,79 s; D). 1,25 s.

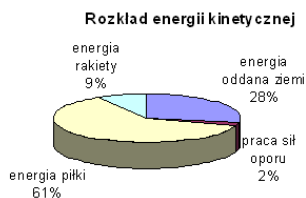
Odp.

Obliczenie czas spadku swobodnego szczyptę na Księżycu,

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1,12 \text{ s}, \text{ odp. C}$$

Zadanie 16 (3 pkt)

Maciek grając w tenisa, podbił rakietką 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 wzniesie się piłka, jeżeli jej masa wynosi **0,06 kg**.

Odp.

Odczytanie z wykresu energii kinetycznej piłki $E_k = 0,61E$	1
Zastosowanie zasady zachowania energii $mgh = 0,61E$	1
Obliczenie wysokości $h = \frac{0,61E}{mg} = 4,1 \text{ m}$	1

Zadanie 17 (3 pkt)

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

Odp.

Wyliczenie wzoru na przyspieszenie grawitacyjne, $g = \frac{GM}{R^2}$	1
Wykorzystanie definicji gęstości i wyliczenie masy $M = \frac{4}{3}\pi \rho R^3$ i podstawienie do wzoru na przyspieszenie $g = \frac{4}{3}\pi G \rho R$	1
Obliczenie wartości przyspieszenia $g = 273,7 \text{ m/s}^2$	1

Zadanie 19 (3 pkt.)

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

Odp.

Obliczenie z II zasady dynamiki wartości siły niezbędnej do nadawania spadającemu piaskowi poziomej prędkości v ($F = \Delta m v$)	1
Obliczenie pracy tej siły w czasie Δt ($W = F \Delta t$)	1
Za obliczenie mocy ($P = \frac{W}{\Delta t}$)	1

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 środkami Marsa i Phobosa wynosi w przybliżeniu 9400 km. Wynik podaj w km/s.

- skorzystanie z definicji natężenia pola **1 punkt**
- obliczenie szybkości Phobosa na orbicie **1 punkt**
- regulaminowe odczytanie z tabeli wartości natężenia pola grawitacyjnego Marsa
 $\gamma = 0,49 \frac{N}{kg}$ **1 punkt**
- obliczenie szybkości Phobosa wraz z jednostką $v = 2,15 \frac{km}{s}$ **1 punkt**

Zadanie 4.

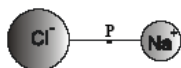
Wykaż, że doba na Ziemi musiałaby trwać 1 godzinę 24 minuty i 28 s, aby ciała na równiku nic nie ważyły. Przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego na równiku $g = 9,78 \text{ m/s}^2$ oraz promień Ziemi $R_z = 6370 \text{ km}$.

Odp.

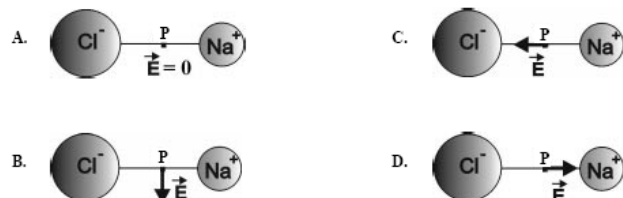
wskazanie, że ciężar równoważy siłę odśrodkową wynikającą z ruchu obrotowego Ziemi	1 p.
zastosowanie odpowiednich równań i wyznaczenie czasu	1 p.
obliczenie czasu razem z jednostką : $t = 1 \text{ h } 24 \text{ min. } 28 \text{ s}$	1 p.

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:



Odp. C

Zadanie 19. (3 pkt)

Kula ziemską gromadzi w sobie ładunek ujemny i wytwarza przy powierzchni jednorodne pole elektryczne o wartości natężenia 130 V/m. Wydawaloby 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 C/kg ($q/m < 0,08$ C/kg), zawsze opadają na ziemię. Zaniedbaj siły oporu powietrza.

Odp.

Na ładunki znajdujące się w ziemskiej atmosferze działają siły grawitacji i siły elektrostatycznego odpychania. Ładunki ujemne będą opadać jeżeli:

$$F_g > F_e$$

Podstawiamy wzory

$$mg > qE$$

$$\frac{q}{m} < \frac{g}{E} < 0,08 \text{ C/kg}$$

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

Odp. C

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

Odp.

Stwierdzenie, że ładunek dodatni w polu elektrycznym będzie się poruszać, natomiast w polu magnetycznym będzie nieruchomy.

Na ładunek w polu elektrycznym działa siła elektryczna.

Na spoczywający ładunek w polu magnetycznym nie działa siła magnetyczna.

Zadanie 19. Drukarka atramentowa (2 pkt)

Mała, naelektryzowana porcja tuszu w drukarce zostaje wyrzucona za pomocą pola elektrycznego w kierunku papieru. Oblicz siłę działającą w polu o natężeniu $E = 670 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$ na kroplę obdarzoną ładunkiem $Q = 3 \cdot 10^{-13}$ C.

Odp.

Wyrażenie wartości siły równaniem:

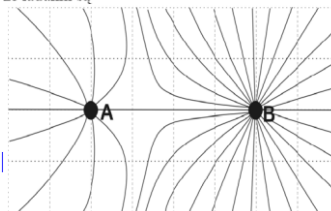
$$F = Eq$$

Obliczenie wartości siły:

$$F = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

Zadanie 3. (1 pkt)

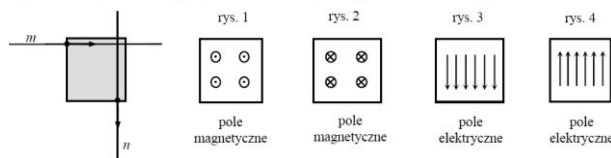
Rysunek przedstawia linie pola elektrostatycznego układu dwóch punktowych ładunków. Analiza rysunku pozwala stwierdzić, że ładunki są



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

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

Odp. A

Zadanie 12. (3 pkt)

W jednorodnym polu elektrycznym o natężeniu $10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ porusza się z przyspieszeniem $4,78 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ naładowana cząstka. Masa cząstki wynosi $6,7 \cdot 10^{-27}$ kg. Oblicz ładunek tej cząstki.

Odp.

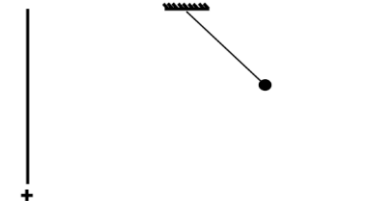
Pisze II zasadę dynamiki i siłę elektryczną $F = ma$ oraz $F = qE$

$$q = \frac{ma}{E}$$

Oblicza wartość ładunku $q = 3,2 \cdot 10^{-17}$ C.

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. Nić 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)

Odp.

1p – prawidłowe narysowanie trzech wektorów sił z zachowaniem odpowiednich proporcji

1p – zauważenie, że wartości siły elektrostatycznej i siły ciężkości są sobie równe

1p – obliczenie wartości siły ciężkości i podanie wyniku wraz z jednostką ($F = 0,01 \text{ N}$)

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.

Odp. C

Zadanie 6. (1 pkt)

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

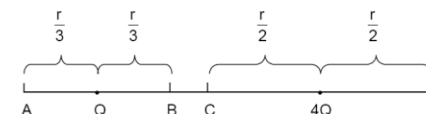
- A. fotoelektrycznego zewnętrznego.
 B. całkowitego wewnętrznego odbicia.
 C. elektryzowania przez indukcję.
 D. dyfrakcji światła.

odpowiedź

Odp. A

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

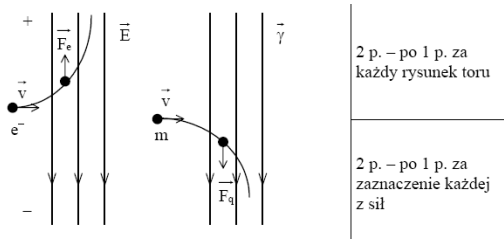
- A. w punkcie A
 B. w punkcie B
 C. w punkcie C
 D. w punkcie D

Odp. B

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.

Odp.



2 p. – po 1 p. za każdy rysunek toru

2 p. – po 1 p. za zaznaczenie każdej z sił

Zadanie 4. (1 pkt)

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

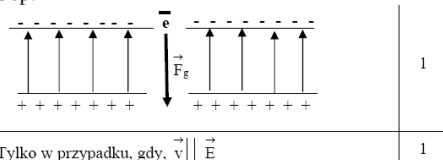
- A. elektryzowaniem.
- B. magnesowaniem.
- C. przewodnictwem.
- D. promieniowaniem.

Odp. A

Zadanie 22. Częstka 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.

Odp.



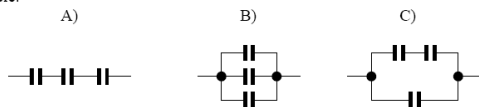
1

Tylko w przypadku, gdy $\vec{v} \parallel \vec{E}$

1

Zadanie 5. (1pkt)

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 żądaną pojemność układu, należy kondensatory połączyć jak na schemacie:



D) żaden z powyższych schematów nie jest właściwy.

Odp.

Dwa połączone szeregowo kondensatory mają pojemność 5 pF. Dołączenie do nich równolegle pojemności 10 pF daje całkowitą pojemność 15 pF.

Odpowiedź C.

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.

Odp.

Natężenie pola, przy warunku jednorodności, to iloraz napięcia U i odległości między głowicą a papierem l, a więc $E = U/l$

1

Siła $F = qE = qU/l = 3 \cdot 10^{-13} \text{ C} \cdot 8 \text{ V} / (10^{-4} \text{ m}) = 24 \cdot 10^{-9} \text{ N}$.

1

Zadanie 3 (1 pkt)

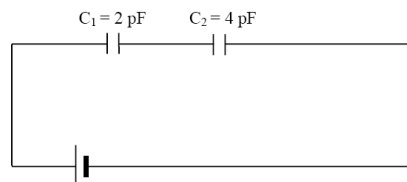
Proton i elektron znajdują się w odległości r od siebie. Aby energia potencjalna oddziaływania tych cząstek wzrosła dwukrotnie należy je:

- a) zbliżyć na odległość $\frac{r}{2}$,
- b) zbliżyć na odległość $\frac{r}{4}$,
- c) oddalić na odległość 4 r,
- d) oddalić na odległość 2 r.

Odp. D

Zadanie 8 (1 pkt)

Zbudowano układ z dwoma kondensatorami.



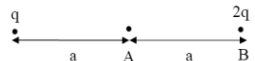
Napięcia na okładkach kondensatorów U_1 i U_2 spełniają zależność:

- a) $U_1 = 4 U_2$,
- b) $U_1 = 2 U_2$,
- c) $U_1 = 0,5 U_2$,
- d) $U_1 = U_2$

Odp. B

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:



- a) 3E
- b) 2E
- c) E
- d) zero.

Odp. C

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.

Odp.

- prawidłowe ustalenie kierunków działania siły ciężkości i siły oddziaływania elektrostatycznego dla obu baloników – 1 punkt
- narysowanie we właściwej skali siły ciężkości dla obu baloników – 1 punkt
- narysowanie we właściwej skali siły elektrostatycznego oddziaływania dla obu baloników – 1 punkt
- narysowanie sił naciągu nici – 1 punkt
- narysowanie nici pod właściwym kątem – 1 punkt

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

Odp.

- ♦ zastosowanie wzoru $\Delta E_k = W = q \cdot U$ 1 punkt
- ♦ obliczenie wartości liczbowej wraz z jednostką: $\Delta E_k = 9,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ 1 punkt

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 $\epsilon_r = 8$. 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 .

Odp.

Wykorzystanie wzorów na pojemność kondensatora

$$C = \frac{Q}{U} \text{ oraz } C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$

1

Obliczenie ładunku

$$Q = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S U}{d}$$

1

Obliczenie wartości ładunku $Q = 6,4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

1

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.

Odp.

- zastosowanie wzoru definiującego natężenie pola elektrycznego i zauważenie, że wartość siły w polu elektrycznym równa się ciężarowi 1 p.
- zauważenie, że zgromadzony ładunek $q = n \cdot e$ i obliczenie ilości ładunków elementarnych: $n = 20$ 1 p.

Zadanie 10.

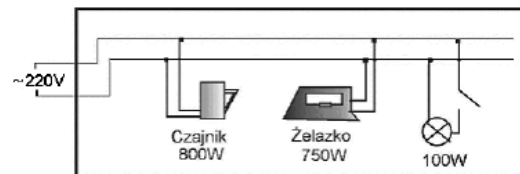
Nadmuchany balon wiszący na nitce, naelektryzował się w wyniku pocierania wełnianym swetrem. Wyjaśnij, jak zachowa się ten balon, gdy zbliżymy do niego sweter, którym go pocieraliśmy.

Odp.

- wyjaśnienie elektryzowania ciał przez tarcie – rozdzielenie ładunków 1 p.
- ładunki różnoimienne przyciągają się: balon przybliży się do swetra 1 p.

Zadanie 10. (1 pkt)

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



Dołączenie do tego obwodu żarówki 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.

Odp. B

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.

Odp.

$P_2 = \frac{P_1 \cdot U_2^2}{U_1^2}$	2	1p – wyznaczenie mocy żarówki, 1p – obliczenie wartości mocy.	Poprawne jest inne rozwiązanie dające taki sam wynik.
$P_2 \approx 109,3W$			

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.

Odp. A

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	dziury i elektrony	jony dodatnie i elektrony	jony dodatnie i ujemne
-----------------	--------------------	---------------------------	------------------------

15.2 (1 pkt)

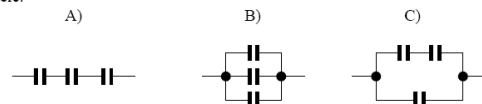
Zapisz jak przewodnictwo elektryczne metali zależy od temperatury.

Odp.

Zaznaczenie prawidłowej odpowiedzi – tylko elektrony .	1
Udzielenie prawidłowej odpowiedzi – przewodnictwo elektryczne metali pogarsza się (zmniejsza się) wraz ze wzrostem temperatury .	1
<i>Dopuszcza się uzasadnienie opisujące zależność oporu przewodnika (metali) od temperatury.</i>	

Zadanie 5. (1pkt)

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 żadaną pojemność układu, należy kondensatory połączyć jak na schemacie:



D) żaden z powyższych schematów nie jest właściwy.

Odp.

Dwa połączone szeregowo kondensatory mają pojemność 5 pF. Dołączenie do nich równolegle pojemności 10 pF daje całkowitą pojemność 15 pF. Odpowiedź C.

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.

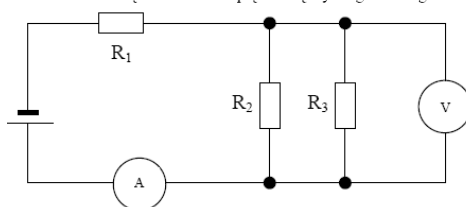
Odp.

Przez kondensator nie płynie prąd stały z ogniwa. A więc pierwsza żarówka nie może świecić po naładowaniu się kondensatora, bo nie płynie przez nią prąd.

Odpowiedź D.

Zadanie 17. (4 pkt)

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



Odp.

Natężenie prądu płynącego przez opornik R_1 wynosi 5 A. Natężenia prądu płynącego przez oporniki R_2 i R_3 są jednakowe, bo opory te połączone są równolegle i mają taką samą wartość. Z pierwszego prawa Kirchhoffa wnioskujemy, że natężenie prądu płynącego przez opornik R_3 wynosi 2,5 A.

Woltomierz mierzy spadek napięcia na oporniku, czyli iloczyn natężenia prądu i wartości oporu. W tym przypadku jest to $2,5A \cdot 1\Omega = 2,5$ V.	1
Napięcie między biegunami baterii jest sumą napięć na oporze R_1 i woltomierzu.	1
Wartość napięcia jest więc równa: $10V + 2,5V = 12,5V$	1

Zadanie 8 (1 pkt)

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

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

Odp. B

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 stałej dielektrycznej, to ładunek zgromadzony na jego okładkach wzrośnie ϵ razy.

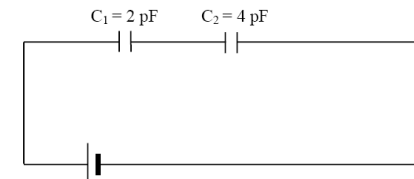
Odpowiedź uzasadnij.

Odp.

- podanie odpowiedzi: „stwierdzenie nie jest prawdziwe” lub „stwierdzenie jest fałszywe” – **1 punkt**
- podanie uzasadnienia (powołanie się na zasadę zachowania ładunku) – **1 punkt**

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) $U_1 = U_2$

Odp. B

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 $4200 \frac{J}{kg \cdot K}$.

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 trzyosobowej 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.

Odp.

Zadanie 19.

- skorzystanie z zależności: $P = U \cdot I$, oraz z prawa Ohma – **1 punkt**
- obliczenie wartości oporu i podanie wyniku **wraz z jednostką** – **1 punkt**

Zadanie 20.

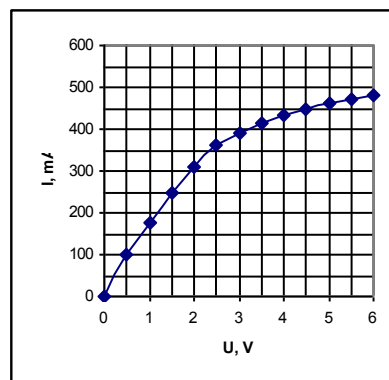
- obliczenie liczby kąpieli oraz zużytej energii – **1 punkt**
- obliczenie kosztów kąpieli podanie wyniku **wraz z jednostką** – **1 punkt**

Zadanie 21.

- opisanie i wyskalowanie osi – **1 punkt**
- narysowanie wykresu – **za każdy prostoliniowy fragment wykresu po 1 punkcie UWAGA!** wykres składa się z czterech odcinków

Zadanie 6 (1 pkt)

Na zmieszczonym poniżej wykresie przedstawiono charakterystykę prądowo-napięciową żarówki.



Z wykresu wynika, że:

- opór żarówki maleje ze wzrostem napięcia;
- prąd płynący przez żarówkę spełnia prawo Ohma;
- maksymalna moc żarówki wynosi 6W;
- opór żarówki przy napięciu 4,5 V ma wartość 10 Ω .

Odp.

Wybranie prawidłowej odpowiedzi po analizie charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki, odp. D

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.

Odp.

Wyselekcjonowanie z podanej informacji mocy grzałki i napięcia zasilania $P=2000\text{ W}$, $U=230\text{ V}$.	1
Obliczenie wartości napięcia skutecznego $I = \frac{P}{U} = 8,7\text{ A}$	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	☒
--------	--------	--------------------	---------------------	---	---	---	-------------------------------------

- Kondensator o pojemności 40 μF naładowano do napięcia 200 V. Po zwarceniu tego kondensatora przewodnikiem o oporze 20 Ω przepływający prąd elektryczny wykona pracę:

A) 0,42 J	B) 0,8 J	C) 22 J	D) 40 J	A	☒	C	D
-----------	----------	---------	---------	---	-------------------------------------	---	---

Zadanie 18 (3 pkt)

Rysunek przedstawia niewielki wycinek błony komórkowej.



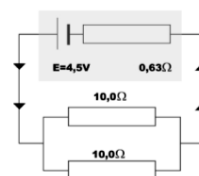
Jony na zewnątrz i wewnątrz komórki są oddzielone płaską błoną komórkową o grubości 10^{-8} m i stałej dielektrycznej $\epsilon_r = 8$. Różnica potencjałów między powierzchniami błony wynosi około 90 mV. Taki układ można traktować jako kondensator płaski. Oblicz ładunek, jaki chwilowo może się wytworzyć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

Odp.

Wykorzystanie wzorów na pojemność kondensatora $C = \frac{Q}{U}$ oraz $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$	1
Obliczenie ładunku $Q = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S U}{d}$	1
Obliczenie wartości ładunku $Q = 6,4 \cdot 10^{-8}\text{ C}$.	1

Zadanie 15 (3 pkt)

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



Odp.

Obliczenie całkowitego oporu obwodu ($R=5,63\ \Omega$)	1
Obliczenie natężenia prądu w obwodzie ($I=E/R=0,78\text{ A}$)	1
Obliczenie napięcia na zaciskach baterii ($U=E-Ir_w=3,0\text{ V}$)	1

Zadanie 17 (3 pkt)

Otrzymałeś woltomierz, amperomierz, przewody, baterię i opornik o nieznanym oporze. Opisz sposób, w jaki wykorzystasz 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.

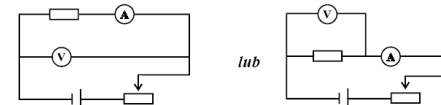
Odp.

Narysowanie poprawnego schematu obwodu pomiarowego... (idealnego dla amperomierza o pomijalnie małym oporze w porównaniu z badanym)	1
Podanie sposobu określenia oporu z odczytów wskazań mierników dla drugiego poprawnego obwodu (idealnego dla woltomierza o oporze dużo większym od oporu badanego)	1
Za poprawną dyskusję stosowności obu obwodów pomiarowych	1

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 V.

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

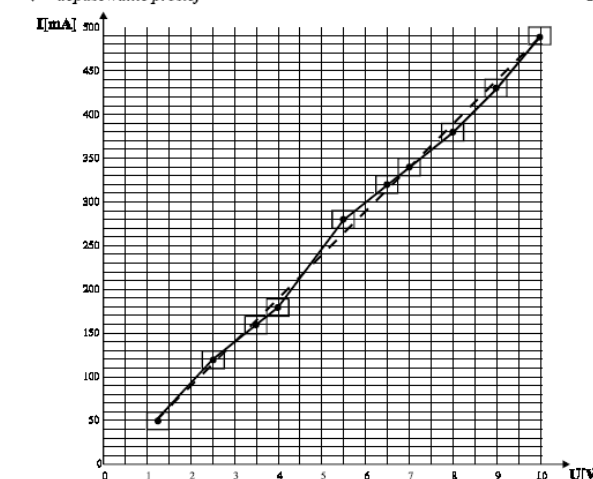
- prawidłowe zaznaczenie na schemacie połączenia amperomierza (szeregowo) i woltomierza (równolegle)
- prawidłowe narysowanie schematu



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

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

- wyskalowanie i opisanie osi,
- naniesienie punktów pomiarowych
- dopasowanie prostej



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

- prawidłowe opisanie metody wyznaczania oporu

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

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

Odp. A

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	PÓLPRZEWODNIKI
Rodzaj nośników prądu elektrycznego		
Zależność oporu elektrycznego od temperatury		

Odp.

Właściwości	Metale	Półprzewodniki
Nośniki prądu elektrycznego	Elektrony	Elektrony i dziury
Zależność oporu elektrycznego od temperatury	Opór rośnie ze wzrostem temperatury	Opór maleje ze wzrostem temperatury

Prawidłowe uzupełnienie 4 pól tabelki - 3 punkty.

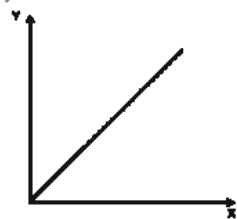
Prawidłowe wypełnienie 3 pól - 2 punkty.

Prawidłowe wypełnienie 2 pól - 1 punkt.

Prawidłowe wypełnienie mniej niż 2 pól - 0 punktów.

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, $F[N]$.

Odp. B

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 uczeń nawinął 125 zwojów drutu. Oblicz wartość natężenia prądu, który powinien płynąć przez skonstruowaną przez Macia zwojnicę.

Odp.

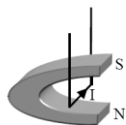
zadanie 12.

Wykorzystujemy wzór na indukcję pola magnetycznego wewnątrz zwojnicy

$$B = \frac{\mu_0 n I}{l} \Rightarrow I = \frac{B l}{\mu_0 n} = 4A$$

Zadanie 8. (1 pkt)

W polu magnetycznym umieszczono przewodnik. Jak zachowa się ten przewodnik, gdy przepuścimy przez niego prąd w kierunku pokazanym na rysunku?



- A. Przewodnik odchylił się w prawo.
- B. Przewodnik zostanie przyciągnięty przez biegun N.
- C. Przewodnik odchylił się w lewo.
- D. Przewodnik zostanie przyciągnięty przez biegun S.

Odp. A

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).

Odp.

$$B = \frac{m \cdot V}{q \cdot r}$$

$$B = 0,078 T$$

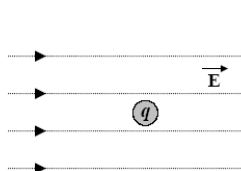
$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_{\max}}{V_{\max}} \text{ lub } T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$

$$T = 0,84 \cdot 10^{-6} s$$

- 1p – przyrównanie wartości sił i przekształcenie wzoru
- 1p – wyliczenie wartości indukcji wraz z jednostką
- 1p – wyliczenie okresu wraz z jednostką

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

.....

.....

ponieważ

Odp.

Stwierdzenie, że ładunek dodatni w polu elektrycznym będzie się poruszać, natomiast w polu magnetycznym będzie nieruchomy.

Na ładunek w polu elektrycznym działa siła elektryczna.

Na spoczywający ładunek w polu magnetycznym nie działa siła magnetyczna.

Zadanie 18. (1 pkt)

Wyjaśnij, jakie zjawiska magnetyczne zachodzą podczas podnoszenia za pomocą magnesu żelaznych szpilek rozsypanych na podłodze.

Odp.

Zauważenie, że pod wpływem pola magnetycznego magnesu szpilka ulegnie namagnesowaniu (lub odpowiedź równoważna). Wystarczy podanie jednego zjawiska.

Zadanie 12. Cząstki 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 przeciwną stronę,
- promienie krzywizn torów są różne.

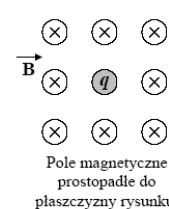
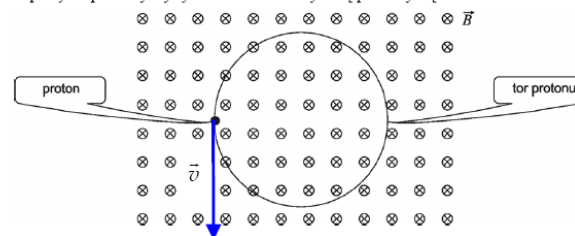
Odp.

Cząstki różnią się znakami ładunków.

Cząstki różnią się wartościami ładunków.

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.



Ładunek w polu magnetycznym będzie

.....

.....

ponieważ

17.1 (2 pkt)

Zaznacz na rysunku wektor prędkości protonu. Odpowiedź krótko uzasadnij, podając odpowiednią regułę.

Odp.

Kierunek i zwrot wektora prędkości protonu można określić korzystając

z reguły lewej dłoni.

17.2 (3 pkt)

Wykaż, że proton o trzykrotnie większej wartości prędkości krąży po okręgu o trzykrotnie większym promieniu.

Odp.

$$\vec{F}_d = \vec{F}_L, \text{ czyli } F_d = F_L$$

$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

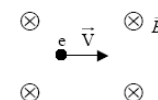
$$\frac{mv}{r} = qB \Rightarrow r = \frac{mv}{qB}$$

Ponieważ wartość prędkości wzrasta trzykrotnie

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{qB}{\frac{mv}{qB}}, \text{ zatem } \frac{r_2}{r_1} = 3$$

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:



- A) w płaszczyźnie kartki w dół.
- B) w płaszczyźnie kartki w górę.
- C) przed płaszczyznę kartki.
- D) za płaszczyznę kartki.

Znak $\otimes$ na rysunku oznacza, że wektor indukcji magnetycznej jest prostopadły do płaszczyzny kartki i zwrócony za płaszczyznę kartki.

Odp. A

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 $5 \cdot 10^{-4}$ T. Oblicz okres obiegu tego elektronu.

Odp.

$\frac{m \cdot V^2}{r} = eVB$ $V = \frac{2\pi r}{T}$ $T = \frac{2\pi m}{eB}$ $T = 7,15 \cdot 10^{-8} s$	4	1p – zapisanie zależności między siłami, 1p – podstawienie wzoru na prędkość w ruchu po okręgu, 1p – wyznaczenie okresu, 1p – obliczenie wartości okresu.
---	---	--

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.

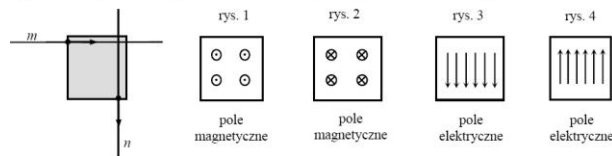
Odp.

1p – podanie nazwy zjawiska (namagnesowanie lub trwale namagnesowanie lub pozostałość magnetyczna)

1p – nazwanie własności materiału (własności ferromagnetyczne)

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

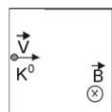


- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4

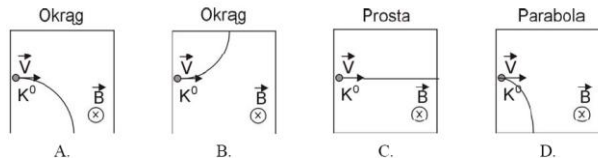
Odp. A

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

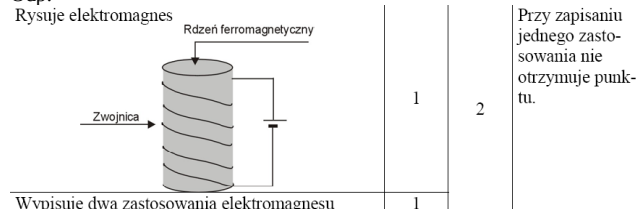


Odp. C

Zadanie 15. (2 pkt)

Narysuj najprostszy model elektromagnesu i nazwij jego części składowe. Napisz dwa różnego typu zastosowania tego urządzenia.

Odp.

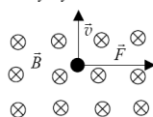


Wypisuj dwa zastosowania elektromagnesu

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

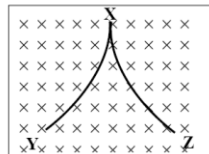
- A. protonu.
B. elektronu.
C. neutronu.
D. cząstki α .



Odp. B

Zadanie 22. (3 pkt)

Dwie cząstki wpadły do komory Wilsona w punkcie X i pozostawiły w niej ślady. Jedna cząstka ślad XY a druga 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.



Odp.

Uzasadnienie, że tylko na poruszające się cząstki naładowane działa siła Lorentza, zatem odchylenie torów świadczy, że obie cząstki są naładowane.

Podanie, że cząstka poruszająca się po torze XY ma ładunek dodatni a cząstka poruszająca się po torze XZ ładunek ujemny.

Stwierdzenie, że kształt toru zależy od masy, ładunku i prędkości – jeżeli nie mamy informacji o wartości ładunku i prędkości nie możemy powiedzieć nic o masie cząstek.

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 niestwale? Odpowiedzi uzasadnij.

Odp.

Ferromagnetyki to materiały ulegające namagnesowaniu w zewnętrznym polu magnetycznym. Gdy przez zwojnicę płynie prąd, rdzeń z ferromagnetyka magnesuje się, zwiększając całkowite pole magnetyczne.

Należy używać materiałów magnetycznych nie trwale, aby po wyłączeniu prądu całkowite pole magnetyczne było równe zero.

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 ruchem

- A. jednostajnie przyspieszonym.
B. jednostajnie opóźnionym.
C. jednostajnym po okręgu.
D. jednostajnym prostoliniowym.

Odp. D

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 cząstki.
B.	przyspiesza cząstki,	zakrzywia tor ruchu cząstek.
C.	zakrzywia tor ruchu cząstek,	przyspiesza cząstki.
D.	przyspiesza cząstki,	zakrzywia tor ruchu cząstek.

Odp. D

Zadanie 19. Cząstka w polu magnetycznym (3 pkt)

Rysunek przedstawia szkic wykresu 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.

Odp.

Zapisanie zależności $\frac{mv^2}{r} = qvB$ i podstawienie $v = \omega r = 2\pi f r$.

Otrzymanie zależności $f = \frac{qB}{2\pi m}$.

Zapisanie prawidłowego wniosku – częstotliwość obiegu cząstki nie zależy od wartości jej prędkości, ponieważ q, B , oraz m są wielkościami stałymi.

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 pomiń.

Odp.

Skorzystanie z zależności $\frac{mv^2}{r} = evB$ i doprowadzenie jej do postaci $\frac{mv}{r} = eB$.	1
Skorzystanie z zależności $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ i uzyskanie związku $B = -\frac{h}{r \lambda e}$.	1
Obliczenie wartości wektora indukcji $B \approx 2 \cdot 10^{-3}$ T.	1

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 przeciwnie, a ich wartości pozostaną te same, to:

- A) przewody będą się odpychać siłą F , B) przewody będą się przyciągać siłą $4F$
C) przewody będą się odpychać siłą $4F$, D) przewody będą się przyciągać siłą F .

Odp.

Siła działająca pomiędzy równoległymi przewodami z prądem zależy od wartości obu prądów oraz wzajemnego zwrotu przepływu prądu. Zmiana zwrotów obu prądów bez zmiany ich wartości nie wpływa na kierunek ani wartość siły.

Odpowiedź D.

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.

Odp.

Obwód wtórny transformatora powinien mieć więcej zwojów, niż obwód pierwotny, aby napięcie na wyjściu transformatora było większe niż na wejściu.

Pożądany stosunek napięć ma wynosić 2, a więc w obwodzie wtórnym powinno być dwukrotnie więcej zwojów, niż w pierwotnym. Liczba zwojów powinna wynosić 1000.

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.

Odp.

- podanie odpowiedzi: „stwierdzenie nie jest prawdziwe” – 1 punkt
- podanie uzasadnienia (aby transformator pracował musi powstawać zmienne pole magnetyczne, a więc powinien on być zasilany prądem zmiennym) – 1 punkt

Zadanie 11 (3 pkt)

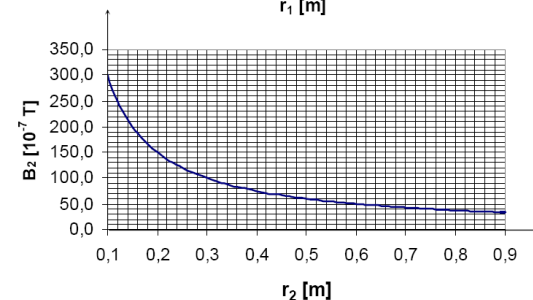
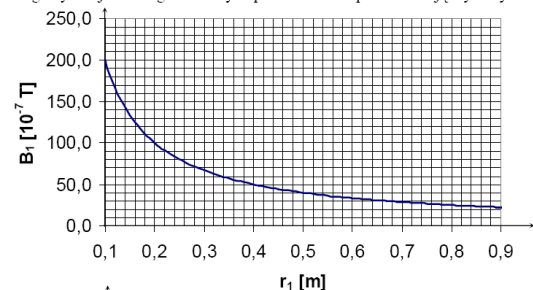
W umieszczonym pionowo, bardzo długim przewodniku płynie w dół prąd o natężeniu 20 A. Określ wartość, kierunek i zwrot wektora indukcji pola magnetycznego w punkcie znajdującym się na północ od przewodnika 15 cm od niego.

Obliczenie wartości wektora indukcji magnetycznej ($2,7 \cdot 10^{-3}$ T)

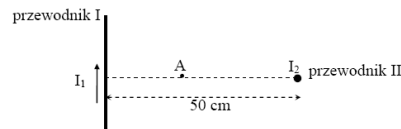
Opisanie kierunku (wsch. – zach.) i zwrotu (wschód) wektora indukcji magnetycznej

PRZEWODNIKI

Przez dwa prostoliniowe przewodniki 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 umieszczone obok siebie w płaszczyznach wzajemnie prostopadłych, tak jak pokazano na rysunku. W przewodniku II prąd o natężeniu I_2 płynie przed płaszczyzną 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 przewodnik I działa na odcinek przewodnika II o długości 20 cm. Odp.

- skorzystanie z zależności $B = \frac{\mu I}{2\pi r}$ i wyprowadzenie wzoru na I – **1 punkt**
- odczytanie z wykresu odpowiednich wartości B i r , obliczenie wartości I i podanie jej wraz z jednostką ($I=10$ A) – **1 punkt**

Zadanie 21 (4 punkty)

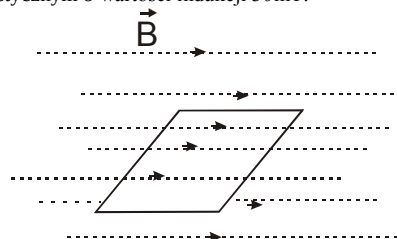
- zauważenie, że występuje nakładanie się pól magnetycznych – **1 punkt**
- skorzystanie z twierdzenia Pitagorasa i podanie wzoru na B w punkcie A – **1 punkt**
- odczytanie odpowiednich wartości B_1 i B_2 z wykresu – **1 punkt**
- obliczenie wartości B_A i podanie jej wraz z jednostką ($B_A = \sqrt{2} \cdot 10^{-5}$ T) – **1 punkt**

Zadanie 22 (2 punkty)

- skorzystanie ze wzoru na siłę elektrodynamiczną – **1 punkt**
- zauważenie, że $\vec{I} \cdot \vec{I} \parallel \vec{B}$ lub $\sin \angle(\vec{I}, \vec{B}) = 0$, więc $F = 0$ – **1 punkt**

Zadanie 7 (1 pkt)

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:

- A). 0 Wb; C). $2,13 \cdot 10^{-3}$ Wb;
B). $1,25 \cdot 10^{-3}$ Wb; D). $2,5 \cdot 10^{-3}$ Wb.

Odp.

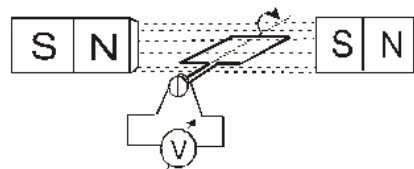
Wykorzystanie definicji strumienia pola

magnetycznego, $\Phi = BS \cos(\vec{B}, \vec{S})$,

$(\vec{B}, \vec{S}) = 90^\circ$, $\Phi = 0$, odp. A

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.

Odp.

Wyjaśnienie, że wychylenie wskazówki woltomierza jest związane z wyindukowaniem się na końcach ramki SEM indukcji.

SEM indukcji powstaje wskutek zmiany strumienia pola magnetycznego, przechodzącego przez powierzchnię ramki, a zmiana strumienia związana jest z obrotem ramki.

Zadanie 14 (2 pkt)

Kolejka dziecięca napędzana jest silniczkiem na prąd zmienny o napięciu 6V. W gniazdku sieci elektrycznej napięcie wynosi 230 V. Do obniżenia napięcia chcemy wykorzystać transformator, którego uzwojenie pierwotne ma 460 zwojów.

Oblicz, ile zwojów powinno zawierać uzwojenie wtórne transformatora.

Odp.

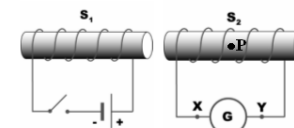
Obliczenie liczby zwojów w uzwojeniu wtórnym,

$$n_2 = \frac{n_1 U_2}{U_1}$$

Obliczenie wartości liczby zwojów w uzwojeniu wtórnym $n_2=12$.

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 zwarciu solenoidu S_1 . Odpowiedź uzasadnij.

Odp.

Za wskazanie wraz z poprawnym uzasadnieniem kierunku przepływu prądu przez galwanometr (od Y do X)

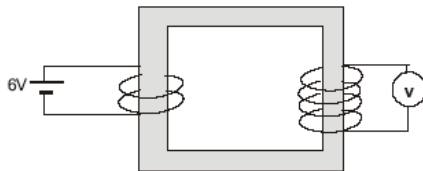
Za wskazanie wraz z poprawnym uzasadnieniem kierunku i zwrotu wektora indukcji magnetycznej w punkcie P (poziomo w lewo)

1

1

Zadanie 5. (1 pkt)

Źródło prądu stałego, transformator i woltomierz połączono ze sobą tak, jak przedstawiono to na poniższym schemacie.



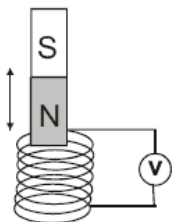
Woltomierz umieszczony w obwodzie wtórnym transformatora wskazuje wartość napięcia równą:

- A. 0 V; C. 6 V;
B. 3 V; D. 12 V.

Odp. A

Zadanie 20. (3 pkt)

Uczeń wsuwał magnes do zwojnicy i wysuwał go, w wyniku czego w zwojnicy powstawał prąd indukcyjny.



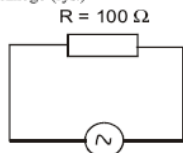
Czy magnes podczas takiego ruchu jest przez zwojnicę przyciągany, czy odpychany? Uzasadnij odpowiedź.

Odp.

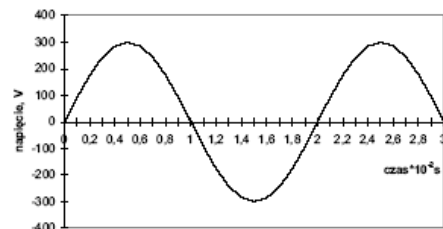
Zgodnie z regułą Lenza podczas wsuwania magnesu do zwojnicy, przez zwojnicę popłynie prąd indukcyjny wytwarzający strumień pola magnetycznego, którego wektor indukcji będzie miał zwrot przeciwny do indukcji magnesu, czyli w płaszczyźnie zwoju pojawi się biegun N - zwojnica i magnes będą się odpychać. Gdy wysuwamy magnes ze zwojnicy, strumień prądu indukcyjnego będzie sprzeciwiał się zmniejszaniu strumienia pola magnetycznego magnesu, zatem w płaszczyźnie zwojnicy powstanie biegun S i wtedy zwojnica i magnes będą się przyciągać.

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.

Odp.

Z wykresu odczytujemy amplitudę napięcia prądu

$$U_0 = 300 \text{ V}$$

Obliczamy amplitudę natężenia prądu elektrycznego wykorzystując prawo Ohma:

$$I_0 = \frac{U_0}{R} = 3 \text{ A}$$

Wyliczamy skuteczną wartość natężenia prądu:

$$I_{sk} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 2,13 \text{ A}$$

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

Odp. C

Zadanie 7. (1 pkt)

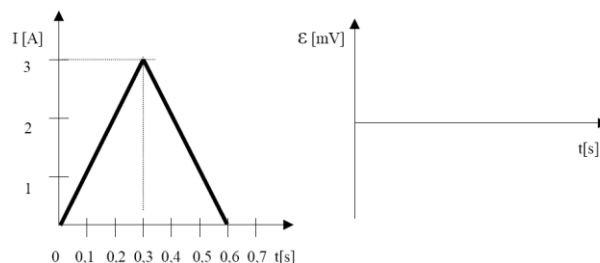
Kwadratowa ramka o boku 0,1 m ustawiona prostopadle do linii jednorodnego pola magnetycznego o indukcji 0,03 T została usunięta z pola ruchem jednostajnym w czasie 0,3 s. Bezwzględna wartość siły elektromotorycznej wyindukowanej w ramce wyniosła:

- A. 0,09 V B. 0,01 V C. 0,009 V D. 0,001 V

Odp. D

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.



Odp.

$$E_1 = -20 \text{ mV}$$

$$E_2 = +20 \text{ mV}$$

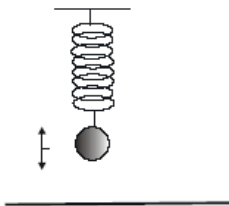
1p – obliczenie wartości SEM wraz z jednostką

1p – uwzględnienie znaków (+,-) SEM

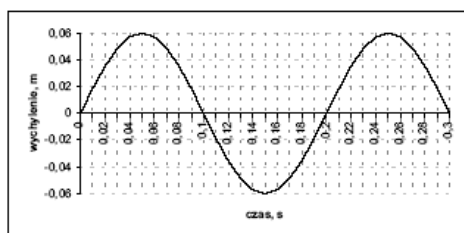
1p – narysowanie wykresów równoległych do osi t

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.



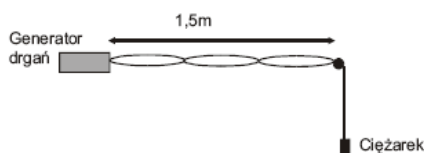
Wartość prędkości kulki wzrasta w przedziałach czasu:

- 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).

Odp. D

Zadanie 8. (1 pkt)

Jeden koniec sznurka przymocowano do generatora drgań, a drugi obciążono ciężarkiem. Sznurek przewieszono przez bleczek 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.

Odp. B

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.

Odp.

Maksymalna wartość siły w ruchu drgającym wyraża się wzorem:

$$F = k\Delta l$$

Maksymalna energia wynosi:

$$E = \frac{1}{2}k\Delta l^2$$

Przekształcając powyższe wzory otrzymujemy:

$$\frac{E}{F} = \frac{\Delta l}{2} \text{ czyli } E = \frac{1}{2}F\Delta l = 0,15 \text{ J}$$

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.

Odp.

Zauważamy, że dźwięk przebywa podwojoną odległość statku od przeszkody.

$$2x = vt$$

czyli

$$x = \frac{vt}{2} = 337,5 \text{ m}$$

Zadanie 15. (2 pkt)

Podczas burzy najpierw widzimy błyskawicę, a z pewnym opóźnieniem słyszymy grzmot. Wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje.

Odp.

Światło rozchodzi się z prędkością $3 \cdot 10^8$ m/s, a dźwięk 340 m/s, czyli prędkość światła jest około 10^6 razy większa od prędkości dźwięku. Dlatego tę samą odległość światło przebędzie w krótszym czasie niż dźwięk.

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.

Odp.

$$W = \frac{1}{2}F \cdot x \cdot n$$

$$W_1 = 150 \text{ J}$$

$$W_{30} = 4500 \text{ J}$$

$$P = \frac{W_{30}}{\Delta t} = 75 \text{ W}$$

$$k = 1200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

1p – zapisanie wzoru na pracę siły sprężystości

1p – obliczenie wartości pracy wraz z jednostką

1p – obliczenie wartości mocy wraz z jednostką

Zadanie 15. (3 pkt)

Nic 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.

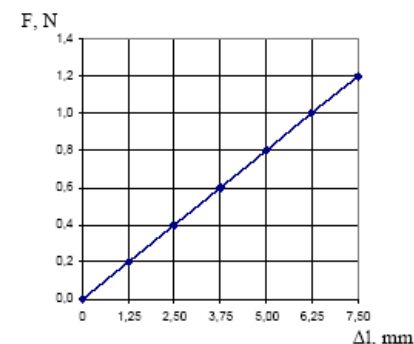
Odp.

Narysowanie, oznaczenie i wyskalowanie osi.

Zaznaczenie na wykresie punktów umożliwiających narysowanie prostej.

Obliczenie wartości współczynnika sprężystości.

$$k = \frac{F}{x} = 160 \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{ lub } 0,16 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$



Zadanie 10. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego (2 pkt)

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

10.1 (1 pkt)

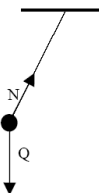
Wahadło odchyłono o niewielki kąt od położenia równowagi i puszczono. Narysuj siły działające na wahadło matematyczne w tym momencie.

10.2 (1 pkt)

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

Odp.

10.1

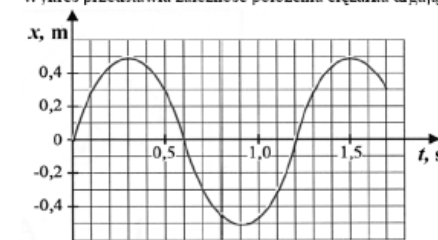


10.2

Należy zmierzyć okres (lub częstotliwość) drgań wahadła i jego długość.

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?

Odp.

13.1

Prędkość jest równa 0 w chwilach, gdy wychylenie jest maksymalne:

$$t_1 = 0,3 \text{ s}, \quad t_2 = 0,9 \text{ s}, \quad t_3 = 1,5 \text{ s}$$

13.2

Odczytanie z wykresu okresu drgań:

$$T = 1,2 \text{ s}$$

Obliczenie częstotliwości:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,2} \text{ Hz} = \frac{5}{6} \text{ Hz} \approx 0,83 \text{ Hz} \approx 0,8 \text{ Hz}$$

13.3

Ciężarek osiąga maksymalną prędkość w chwilach, gdy przechodzi przez położenie równowagi:

$$t_1 = 0 \text{ s}, \quad t_2 = 0,6 \text{ s}, \quad t_3 = 1,2 \text{ s}$$

Wartość wychylenia jest wówczas równa zeru.

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.

Odp.

Okres drgań wahadła po zmianie masy ciężarka nie ulegnie zmianie.

Opisane w treści zadania wahadło jest wahadłem matematycznym.

Okres drgań wahadła matematycznego $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ nie zależy od masy.

14.2 (2 pkt)

Oblicz liczbę pełnych drgań, które wykonuje takie wahadło w czasie 8 s, gdy wychyleno je o niewielki kąt z położenia równowagi i puszczono swobodnie. W obliczeniach przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

Odp.

$$\begin{aligned} T &= 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} & n &= \frac{8 \text{ s}}{T} \\ T &= 6,28\sqrt{\frac{1,6 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} & n &= \frac{8 \text{ s}}{2,51 \text{ s}} \\ T &\approx 2,51 \text{ s} & n &\approx 3,19 \end{aligned}$$

Wahadło w ciągu 8 sekund wykona 3 pełne drgania.

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 odstęp 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 klaśnięciu w dłońie słuchacz usłyszał echo. Przyjmij, że wartość prędkości dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s .

Odp.

Droga przebyta przez falę akustyczną $s = 2l$, gdzie l jest odległością od ściany.

$$\text{Ponieważ, } 2l = v \Delta t \Rightarrow l = \frac{v \Delta t}{2}$$

$$l = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,1 \text{ s}}{2}$$

$$l = 17 \text{ m}$$

Aby słuchacz usłyszał echo odległość od ściany powinna być większa niż 17 m.

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 5 N. Wydłużenie sprężyny o 3 cm spowoduje działająca siła o wartości:

$$\text{A) } \frac{5}{6} \text{ N.} \quad \text{B) } \frac{6}{5} \text{ N.} \quad \text{C) } 7,5 \text{ N.} \quad \text{D) } \frac{10}{3} \text{ N.}$$

Odp. C

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:

$$\text{A) około } 0,001. \quad \text{B) około } 0,1. \quad \text{C) około } 1000. \quad \text{D) około } 10000.$$

Odp. C

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.

Odp.

- | | |
|---|------------------------------------|
| 3 | 1p – wyskalowanie osi czasu, |
| | 1p – wyskalowanie osi wychylenia, |
| | 1p – poprawne narysowanie wykresu. |

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.

A. Zawiesić ciężarki na jednakowych sprężynach i zmierzyć wydłużenie sprężyn.

B. Zawiesić ciężarki na niciach o jednakowej długości i zmierzyć okresy drgań takich wahadeł, które można traktować jak wahadła matematyczne.

C. 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.

Odp.

1p – podanie odpowiedzi (metoda B)

1p – podanie uzasadnienia (okres wahań wahadła matematycznego nie zależy

od masy ciężarka lub powołanie się na zależność $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$)

(zadający musi podać słowne uzasadnienie swojej odpowiedzi)

Zadanie 11. Drgania (2 pkt)

Przez rów przetrzucono deskę. Tak zrobioną kładką przebiegało dziecko z różnymi prędkościami. Odpowiedz na poniższe pytania, zakładając, że opory ruchu są zaniedbywalnie małe.

a) Co się wydarzyło, gdy częstotliwość kroków dziecka była równa częstotliwości drgań własnych deski?

b) Jak nazywa się i na czym polega to zjawisko?

Odp.

a) Wychylenia kładki były bardzo duże, mogło dojść do złamania deski.

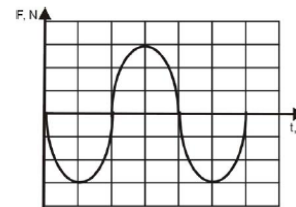
b) Jest to zjawisko rezonansu mechanicznego. Polega ono na tym, że dla częstotliwości siły wymuszającej równej częstotliwości drgań własnych amplituda drgań rośnie do ∞ .

1 p. – odpowiedź na pytanie

1 p. – odpowiedź na pytanie

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.

Odp.

Stwierdza, że warunkiem ruchu harmonicznego jest działanie na wahadło siły proporcjonalnej do wychylenia czyli siłę można zapisać równaniem $F = -kx$, gdzie $x = A \sin \omega t$	1	3	Zdający może pominąć założenie i odpowiedź również należy mu zaliczyć
Dlatego $F = -Ak \sin \omega t$ i ta zależność jest przedstawiona na wykresie. Przy założeniu, że zależność wychylenia wahadła od czasu spełnia równość $x = A \sin \omega t$ odpowiedź jest prawdziwa.	1		

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.



Odp.

Obliczenie $t = \frac{1}{4} T = 2 \text{ s}$

Uzasadnienie, które powinno zawierać stwierdzenia:

- korzystamy z zasady zachowania energii
- prędkość będzie największa, bo energia kinetyczna będzie największa wtedy, gdy energia potencjalna będzie najmniejsza czyli w dolnym położeniu.

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

a) Uporządkuj te materiały począwszy od tego, który najłatwiej odkształcić.

b) Przy działaniu siłą 140 N, pręt aluminiowy wydłuża się o x .

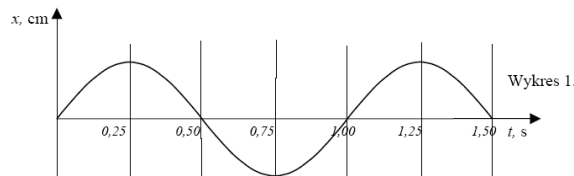
Jaką siłą należy podzielać na pręt ołowiany o tych samych wymiarach początkowych, aby uzyskać takie samo wydłużenie?

Odp.

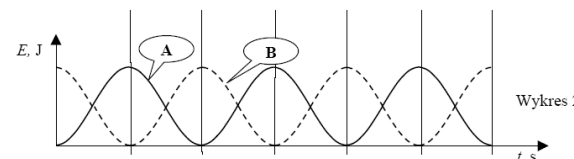
Guma, pleksiglas, ołów, aluminium, miedź	1 p. – uporządkowanie
$p = E_{Al} \cdot \frac{x}{l_0}$ i $p = \frac{F_{Al}}{S}$	1 p. – zapisanie równania wyrażającego prawo Hooke'a
$\frac{F_{Al}}{F_{Pb}} = \frac{E_{Al}}{E_{Pb}}$	
$F_{Pb} = \frac{F_{Al} \cdot E_{Pb}}{E_{Al}} = 36 \text{ N}$	1 p. – obliczenie siły

Zadanie 14. Drgania (3 pkt)

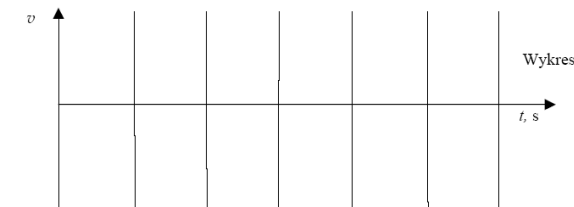
Wykres 1. przedstawia zależność wychYLENIA punktu drgającego od czasu. Wykres 2. przedstawia zależność energii kinetycznej i potencjalnej od czasu dla tego samego punktu drgającego.



Wykres 1.



Wykres 2.



Wykres 3.

- Na wykresie 3. naskicuj 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)

Odp.

a) Naskicowanie wykresu zależności wartości prędkości punktu drgającego od czasu	1p.	3	Wykres musi kształtem przypominać funkcję $\cos \omega t$. (Nie może składać się z odcinków.) Nie uwzględniamy znaku +/- w wartości prędkości. Dopuszczamy wykres $ \cos \omega t $.
b) Odwołanie do zależności na energię potencjalną i kinetyczną Energia potencjalna – (linia A) $E_p(t) = \frac{1}{2} k \cdot A^2 \cdot \sin^2 \omega \cdot t$ Energia kinetyczna – (linia B) $E_k(t) = \frac{1}{2} m \cdot A^2 \omega^2 \cdot \cos^2 \omega \cdot t$ ($T = 0,5$ s)	1p.		Uczeń może skorzystać z wyrażeń na energię kinetyczną i potencjalną w innej postaci.
	1p.		

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.

Odp. A

Zadanie 10. (1 pkt)

Okres drgań harmonicznycch pewnego ciała zmalał dwukrotnie, natomiast amplituda drgań nie zmieniła się. Energia całkowita tych drgań:

- wzrosła dwukrotnie,
- wzrosła czterokrotnie,
- zmalała czterokrotnie,
- nie zmieniła się.

Odp.

$$E_{\text{całk}} = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot A^2 \text{ .Dwukrotne}$$

zmniejszenie okresu drgań przy stałej amplitudzie oznacza , że energia całkowita drgań zwiększa się 4 razy.

Odpowiedź B.

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).

Odp.

Dźwięk musiał przebyć drogę l do skały i jeszcze raz tę samą drogę powrotną z prędkością $v = 330$ m/s. A więc $2l = vt = 330\text{m/s} \cdot 0,5\text{s} = 165$ m. Odległość od skał $l = 165\text{m}/2 = 82,5$ m.

Długość fali, to stosunek jej prędkości do częstotliwości :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330\text{m/s}}{220 \cdot 1/\text{s}} = 1,5\text{m}.$$

Zadanie 9 (1 pkt)

Na powierzchni 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:

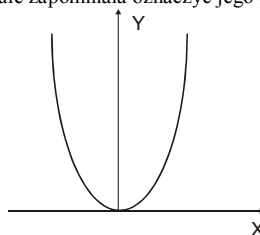
- wzrosło dwukrotnie,
- znaleje dwukrotnie,
- wzrosło lub znaleje dwukrotnie w zależności od rodzaju ośrodków, w których fala biegnie,
- żadna odpowiedź nie jest poprawna.

Odp. D

Zadanie 8 (1 pkt)

Marysia pisała klasówkę sprawdzającą umiejętności z ruchu drgającego.

Narysowała wykres, ale zapomniała 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

Odp.

Analiza wykresu i proponowanych odpowiedzi, prawidłowy wybór oznaczenia osi, odp. D

Zadanie 15 (2 pkt)

Marcin wyznaczał ziemskie przyspieszenie grawitacyjne wykorzystując ruch drgający.

Wypisz, nazwy przyrządów, które Marcin wykorzystał do doświadczenia.

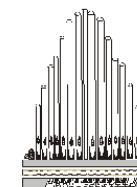
Odp.

Wskazanie metody przeprowadzenia doświadczenia: za pomocą wahadła matematycznego lub fizycznego.

Wypisanie przyrządów: wahadło, stoper, linijka

Zadanie 19 (3 pkt)

Częstotliwość dźwięku wydawanego przez najdłuższą 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.

Odp.

Wykorzystanie definicji prędkości fali

$$v = \lambda f$$

i wstawienie długości fali

$$v = 2Lf$$

Obliczenie długości piszczałki

$$L = \frac{v}{2f} = 10,4 \text{ m}$$

Zadanie 8 (1 pkt)

Fala poprzeczna przemieszcza się z lewa na prawo, tak jak pokazano to na rysunku.



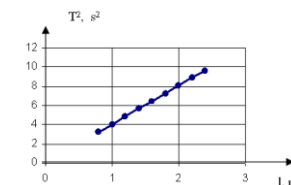
Posiadając tylko taką informację można wywnioskować, że kierunek drgań z nią związanych musi być

- 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.

Odp. D

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.

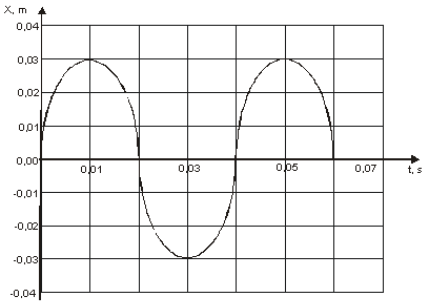


Odp.

- otrzymanie zależności $T^2(l): T^2 = 4\pi^2 l/g$ 1 p.
- stwierdzenie, że współczynnik kierunkowy wyraża się następująco: $4\pi^2/g$ i zależy tylko od wartości przyspieszenia grawitacyjnego 1 p.

Zadanie 21 (4 pkt)

Na wykresie przedstawiono zależność wychyleń drgającego wahadła matematycznego od czasu.

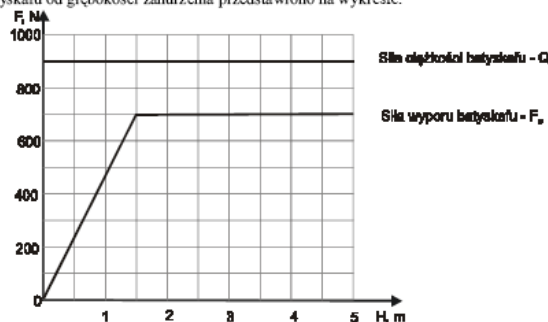


Oblicz wartość maksymalnej prędkości drgań i narysuj wykres zależności prędkości drgającego wahadła od czasu.

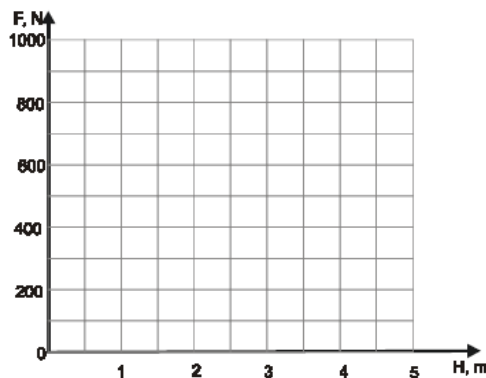
Odp. Odczytanie z wykresu amplitudy i okresu $A=0,03\text{ m}$; $T=0,04\text{ s}$	1
Obliczenie amplitudy prędkości drgań wahadła $v_0 = A\omega = A\frac{2\pi}{T} = 4,71\text{ m/s}$	1
Narysowanie, oznaczenie i wyskalowanie osi	1
Narysowanie prawidłowego wykresu $v = v_0 \cos \frac{2\pi}{T} t$	1

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.



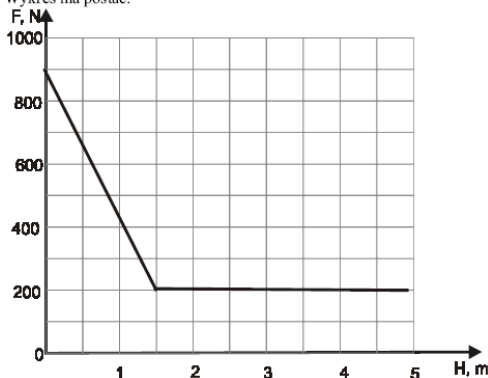
Odp.

zadanie 11.

Na batyskaf działają dwie siły o przeciwnych zwrotach - siła wyporu i siła grawitacji. Wartość wypadkowej siły można zapisać wzorem:

$$F = Q - F_w$$

Wykres ma postać:



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. $\vec{F}_w = -\vec{Q}$, B. $\vec{F}_w > \vec{Q}$, C. $\vec{F}_w < \vec{Q}$, D. $\vec{F}_w = \vec{Q}$.

Odp. A

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.

Odp.

$$p = p_m + p_h$$

$$p_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{p - p_m}{\rho \cdot g}$$

$$h = 60 \text{ m}$$

1p – zapisanie wzoru na ciśnienie całkowite i wstawienie do niego wzoru na ciśnienie hydrostatyczne

1p – wstawienie wzoru na ciśnienie hydrostatyczne i przekształcenie go

1p – obliczenie głębokości i podanie wyniku wraz z jednostką

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. $\vec{F}_w = -\vec{Q}$, B. $\vec{F}_w > \vec{Q}$, C. $\vec{F}_w < \vec{Q}$, D. $\vec{F}_w = \vec{Q}$.

Odp. A

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

Odp. C

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.

Odp.

Siła nacisku samochodu na powierzchnię jest równa iloczynowi ciśnienia powietrza w oponach i powierzchni styku.

$$F = 4 \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} = 8 \cdot 10^3 \text{ N.}$$

Masa samochodu, to siła ciężarzenia (równa tutaj sile nacisku) podzielona

$$\text{przez przyspieszenie ziemskie, czyli } m = \frac{8 \cdot 10^3 \text{ N}}{10 \text{ m/s}^2} = 800 \text{ kg}$$

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 $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Odp.

Ciśnienie na głębokości $h = 3 \text{ m}$ pod wodą jest sumą ciśnienia atmosferycznego i ciśnienia słupa wody. Wynosi ono :

$$p_1 = 3 \text{ m} \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 + 10^5 \text{ Pa} = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa.}$$

Ciśnienie metanu w pęcherzyku jest takie samo, jak ciśnienie na zewnątrz pęcherzyka. Ponieważ temperatura metanu nie zmieniła się, to zmniejszeniu się ciśnienia towarzyszyło zwiększenie się objętości gazu

Z prawa gazu doskonałego $p_1/p_2 = V_2/V_1$. Ponieważ $p_1/p_2 = 1,3$, to $V_2/V_1 = 1,3$. Objętość metanu zwiększyła się 1,3 raza.

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 dna tych filiżanek spełniają zależność:

a) $p_2 = 4p_1$,

b) $p_2 = 2p_1$,

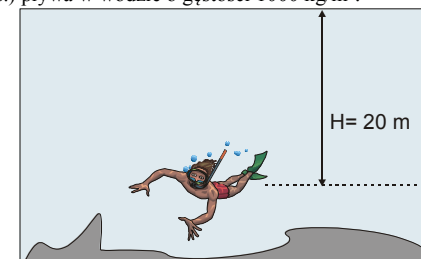
c) $p_2 = \frac{p_1}{2}$,

d) $p_2 = \frac{p_1}{4}$

Odp. D

Zadanie 3 (1 pkt)

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;

B). 2·10⁵ Pa;

C). 3·10⁵ Pa;

D). 4·10⁵ Pa.

Odp.

Obliczenie ciśnienia działającego na nurka jako sumy ciśnienia atmosferycznego i hydrostatycznego:

$$p = p_0 + dgh = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa, odp. C}$$

Zadanie 20 (4 pkt)

Balonik wypełniony helem wznosi 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.

Odp.

Napisanie równania ruchu balonu

$$ma = F_w - Q$$

Wstawienie wzorów pomocniczych

$$F_w = dgV, Q = mg$$

Zapisanie równania ruchu i wyliczenie objętości

$$ma = dgV - mg$$

$$V = \frac{m(a + g)}{dg}$$

Wyliczenie wartości objętości

$$V = 0,005 \text{ m}^3$$

6. Przy dnie napelnionego 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. wzrosną objętości obu pęcherzyków,
 B. zmaleją objętości obu pęcherzyków,
 C. zmaleje objętość pęcherzyka przy dnie, a wzrośnie objętość tego, który uniół się w górę,
 D. wzrośnie objętość pęcherzyka przy dnie, a zmaleje objętość tego, który uniół się w górę.



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

Zadanie 11.

Wyjaśnij, jak można oszacować masę atmosfery ziemskiej znając średnią wartość ciśnienia atmosferycznego i promienia Ziemi.

Odp.

– zauważenie, że siła parcia na pow. Ziemi jest równa ciężarowi atmosfery	1 p.
– zastosowanie wzorów na pole pow. kuli, ciśnienie i wyznaczenie masy: $m = \frac{4\pi R^2 p}{g}$	1 p.

Zadanie 12.

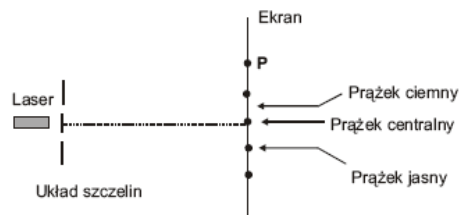
Oblicz wysokość słupa rtęci, który wywiera ciśnienie równe ciśnieniu wody na głębokości 27,2 m? Gęstość rtęci wynosi 13 600 kg/m³, gęstość wody 1000 kg/m³.

Odp.

– porównanie wzorów na ciśnienie hydrostatyczne wody i rtęci	1 p.
– obliczenie wysokości słupa rtęci razem z jednostką: h = 2 m	1 p.

Zadanie 9. (1 pkt)

W doświadczeniu Younga za pomocą światła lasera o długości fali λ otrzymano na ekranie obraz interferencyjny przedstawiony na rysunku.



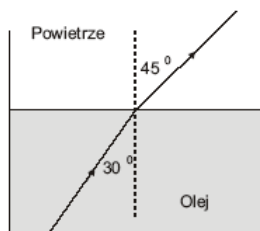
Różnica dróg falowych dla prążka otrzymanego w punkcie P spełnia warunek:

- A. $\Delta r = \frac{3}{2} \lambda$;
 B. $\Delta r = 2\lambda$;
 C. $\Delta r = \frac{5}{2} \lambda$;
 D. $\Delta r = 4\lambda$.

Odp. B

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
oliwa z oliwek	1,47

Zidentyfikuj olej zawarty w butelce.

Odp.

Z rysunku odczytujemy kąt padania i kąt załamania

$$\alpha = 30^\circ; \beta = 45^\circ$$

Wykorzystujemy prawo Snelliusa

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

obliczamy współczynnik załamania

$$n_1 = \frac{n_2 \sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} = 1,41$$

Otrzymaną wartość identyfikujemy z danymi zawartymi w tabeli i stwierdzamy, że w naczyniu był olej rzepakowy.

Zadanie 6. (1 pkt)

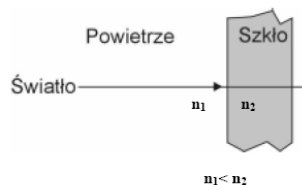
W laboratorium fizycznym przeprowadzono doświadczenia, podczas których zaobserwowano dyfrakcję wiązek: światła, elektronów, neutronów. Doświadczenia te potwierdzają, że

- 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.

Odp. C

Zadanie 9. (1 pkt)

Wiązka światła przechodzi z powietrza do szkła.



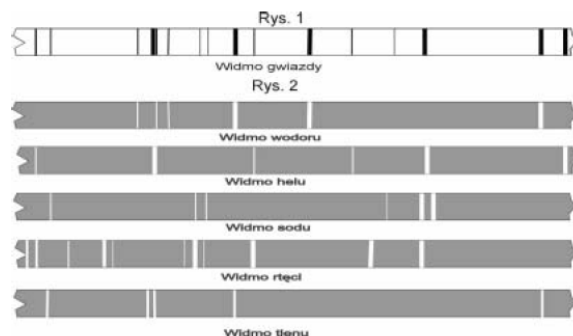
Jak podczas tego przejścia zmienia się prędkość, częstotliwość oraz długość fali? Wybierz odpowiedź zawierającą poprawne informacje.

	prędkość	częstotliwość	długość fali
A.	maleje	stała	maleje
B.	maleje	maleje	stała
C.	rośnie	stała	rośnie
D.	rośnie	rośnie	stała

Odp. A

Zadanie 25. (2 pkt)

Na rys. 1. przedstawiono linie spektralne w widmie absorpcyjnym odległej gwiazdy otrzymane za pomocą spektrografu siatkowego. Poniżej na rys. 2. zamieszczono widma emisyjne charakterystyczne dla wybranych atomów.



Po analizie widma 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.

Odp.

Wyjaśnienie na czym polega analiza widmowa.

Np.: Analiza widmowa polega na identyfikowaniu linii widmowych widma danej substancji i na wnioskowaniu na jego podstawie o składzie chemicznym badanej substancji.

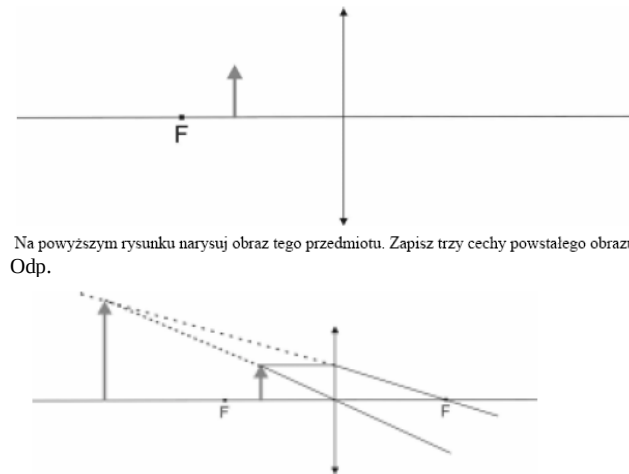
Stwierdzenie, że w widmie gwiazdy pojawiają się linie charakterystyczne dla atomów wodoru i helu.

Podanie podstawy zapisania wniosku:

Wszystkie zaznaczone linie w widmach emisyjnych wodoru i helu występują w widmie absorpcyjnym gwiazdy.

Zadanie 27. (2 pkt)

Przed soczewką dwuwypukłą (rys.) umieszczono przedmiot.



Na powyższym rysunku narysuj obraz tego przedmiotu. Zapisz trzy cechy powstałego obrazu. Odp.

Zapisanie trzech cech obrazu otrzymanego po przejściu światła przez soczewkę.

Powstanie obraz pozorny, powiększony, prosty.

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. rzeczywisty, pomniejszony.
 B. rzeczywisty, powiększony.
 C. pozorny, pomniejszony.
 D. pozorny, powiększony.

Odp. B

Zadanie 21. Płyta kompaktowa (2 pkt)

Odpowiedz na pytanie, jakim światłem należy oświetlić płytę kompaktową, aby mieniła się barwaniami tęczy? Dzięki jakiemu zjawisku powstaje ten efekt?

Odp.

Aby płyta kompaktowa mieniła się barwaniami tęczy, należy ją oświetlić światłem białym.

Podanie nazwy zjawiska: interferencja lub dyfrakcja.

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.

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.

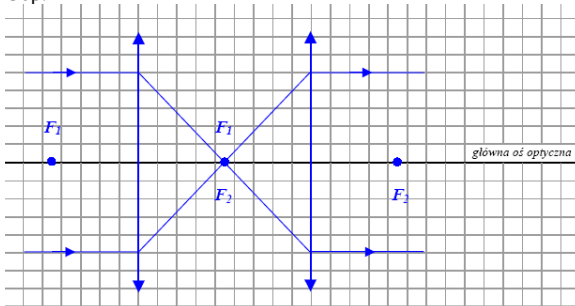
Zadanie 18. Dwie soczewki (3 pkt)

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.

Odp.



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 bezwzględny współczynnik załamania światła w powietrzu oraz szkło wynoszą odpowiednio 1 i 1,5.

Odp.

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_s}{n_p} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right), \quad \text{ponieważ} \quad r_1 = r_2 = r$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1,5}{1} - 1 \right) \cdot \frac{2}{r}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{12,5 \text{ cm}}$$

$$f = 12,5 \text{ cm}$$

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.

Odp. B

Zadanie 18. Soczewka (4 pkt)

Na osi optycznej cienkiej soczewki płasko-wypukłej o bezwzględnym 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.

$$D = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_s}{n_p} - 1 \right) \frac{1}{r}$$

$$D = 2,5 \text{ dioptrii}$$

$$y = \frac{fx}{x-f}$$

$$y = 1,2 \text{ m}$$

4

1p – zapisanie wzoru na zdolność skupiającą soczewki płasko-wypukłej,
1p – obliczenie zdolności skupiającej tej soczewki,

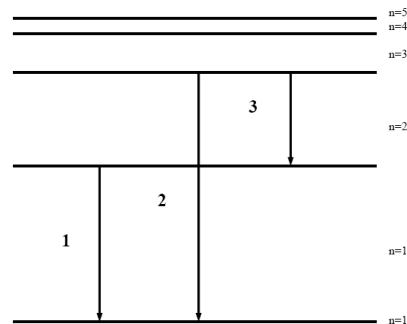
1p – wyznaczenie z równania soczewki odległości od obrazu,

1p – obliczenie wartości odległości.

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 odpowiada 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) $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$



Odp. B

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.

Odp. C

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)

Odp.

1p – skorzystanie ze związku $\lambda = \frac{v}{f}$ lub analogicznego

1p – skorzystanie z prawa załamania

1p – obliczenie długości fali świetlnej w wodzie i podanie wyniku wraz z jednostką ($\lambda = 474,75 \text{ nm}$)

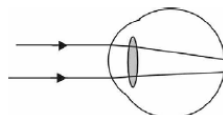
1p – skorzystanie z prawa odbicia i załamania

1p – analiza biegu promieni i podanie uzasadnienia

(zdający może przedstawić uzasadnienie w postaci rysunku z zaznaczeniem wartości odpowiednich kątów)

Zadanie 20. (2 pkt)

Na rysunku przedstawiono oko z wadą wzroku.



Nazwij tę wadę i podaj sposób korekcji tej wady.

Odp.

Zapisuje, że wada wzroku oka zamieszczonego na rysunku nazywa się dalekowzrocznością.

Tę wadę wzroku można skorygować stosując soczewkę skupiającą.

1

1

Zadanie 22. (2 pkt)

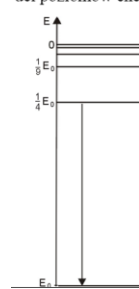
W atomie wodoru energia całkowita elektronu może być zapisana wzorem:

$$E = \frac{1}{n^2} E_0$$

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.

Odp.

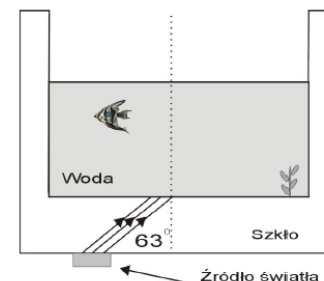
Stosując wzór podany w treści zadania rysuje model poziomów energetycznych.



Rysuje przejście atomu z poziomu energetycznego wyższego wzbudzonego na niższy i zaznacza, że podczas tego przejścia emitowane jest promieniowanie elektromagnetyczne.

Zadanie 23. (3 pkt)

Maciek zaprojektował oświetlenie szklanego akwarium o grubym dnie równoległą wiązką światła (rys.) padającą pod kątem 63° na powierzchnię wody.



Gdy w ciemnym pokoju Maciek spojrzal z góry na wodę w akwarium to rybki były niewidoczne. Wyjaśnij, dlaczego obserwacja rybek w wodzie przez Maćka była niemożliwa. Bez względu współczynnik załamania światła w wodzie jest równy $\frac{4}{3}$, a w szkłe $\frac{3}{2}$.

Odp.

Wyjaśnia, że ryby w akwarium nie będą widoczne ponieważ promienie świetlne nie wchodziły do wody, na jej powierzchni ulegają całkowitemu wewnętrznemu odbiciu.

Stosując prawo załamania do oblicza kąta całkowitego wewnętrznego odbicia

$$\sin \alpha = \frac{n_1}{n_2} = 0,88 \Rightarrow \beta = 62,7^\circ$$

Stwierdza, że ponieważ kąt całkowitego wewnętrznego odbicia jest mniejszy od kąta padania promieni świetlnych na powierzchnię wody, dlatego promienie te odbijają się od wody.

1

1

1

Zadanie 7. (1 pkt)

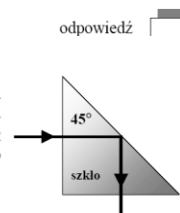
W pogodny dzień trudno zaobserwować osoby siedzące w samochodzie z zamkniętymi oknami, ponieważ przeszkadza w tym światło odbite od powierzchni szyby. Używając specjalnego filtra można jednak zaobserwować wnętrza samochodu. Wykorzystuje się w tym przypadku zjawisko

- A. interferencji światła.
B. polaryzacji światła.
C. dyfrakcji światła.
D. załamania światła.

Odp. B

Zadanie 17. (3 pkt)

Współczynnik załamania światła w szkle 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.



odpowiedź

Odp.

Stwierdzenie, że na pierwszą i ostatnią ściankę promień pada pod kątem 0° , więc kąt załamania również wynosi zero – bieg promienia narysowany jest prawidłowo	1
Obliczenie kąta granicznego $\sin \alpha_{gr} = 1/n$; $\alpha_{gr} \approx 42^\circ$	1
Stwierdzenie, że promień narysowany jest prawidłowo: pada na drugą ściankę pod kątem 45° , zatem ulegnie całkowitemu wewnętrznemu odbiciu	1

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.

Odp.

Stwierdzenie lub obliczenie, że obraz o wielkości tej samej jak przedmiot powstaje wtedy, gdy $x = y$	1
Zastosowanie równania soczewki i obliczenie ogniskowej $f = 10$ cm	1
Obliczenie zdolności skupiającej $Z = 10$ dioptrii	1

Zadanie 19. (3 pkt)

Na siatkę dyfrakcyjną pada żółte 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?

Odp.

Zapisanie, przekształcenie zależności i podstawienie prawidłowych wartości:	
$n\lambda = a \cdot \sin \alpha_n \Rightarrow a = \frac{n\lambda}{\sin \alpha_n} = \frac{2 \cdot 550 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{\sqrt{3}/2}$	1
Obliczenie $a \approx 1,27 \cdot 10^{-6}$ m	1
Wykazanie, że dla $n = 3$ wyrażenie $\sin \alpha_n = \frac{n\lambda}{a}$ byłoby większe od 1	1

Zadanie 20. (3 pkt)

Poniższa tabela przedstawia długości fal światła, które powstają przy przeskoiku elektronu ze 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

Odp.

Zapisanie związku między zmianą energii atomu (równą energii kwantu) a długością fali $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$	1
Obliczenie energii $\Delta E \approx 2,04 \cdot 10^{-18}$ J	1
Obliczenie energii w eV: $\Delta E \approx 12,7$ eV	1

Zadanie 5. (1 pkt)

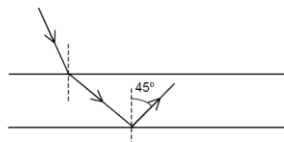
Jaka jest długość fali emitowanej przez atom wodoru przy przejściu ze stanu energetycznego o $n = 3$ do stanu podstawowego? Przyjmij, że stała Rydberga wynosi 10^7 m^{-1} .

- A. $\frac{9}{8} \cdot 10^{-7} \text{ m}$ B. $\frac{8}{9} \cdot 10^{-7} \text{ m}$ C. $\frac{8}{9} \cdot 10^7 \text{ m}$ D. $2,25 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

Odp. A

Zadanie 6. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono bieg promieni światła monochromatycznego w trzech ośrodkach: powietrzu ($n = 1$), wodzie ($n = 1,3$) i szkle ($n = 1,5$).



Ośrodki te to

A.	B.	C.	D.
powietrze	szkło	woda	szkło
woda	woda	powietrze	powietrze
szkło	powietrze	szkło	woda

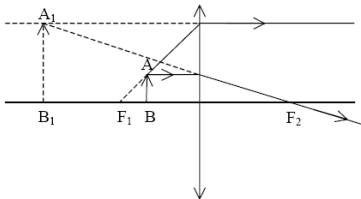
Odp. B

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?

Odp.

a)		1 p. – otrzymanie obrazu pozornego w soczewce
b) określenie: obraz pozorny, powiększony, nieodwrócony		1 p. – określenie obrazu
c) $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \Rightarrow y = \frac{xf}{f-x}$ $y = 1,2$ [m]		1 p. – równanie soczewki; 1 p. – obliczenie y
d) $p = \frac{y}{x} = \frac{1,2}{0,4} = 3$		1 p. – obliczenie powiększenia

Zadanie 6. (1 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła wysłana przez laser pada prostopadle na siatkę dyfrakcyjną. Na ekranie położonym za siatką dyfrakcyjną możemy zaobserwować

- A. pojedyncze widno światła białego.
B. jednobarwne prążki dyfrakcyjne.
C. widma światła białego ułożone symetrycznie względem prążka zerowego.
D. nie zaobserwujemy żadnego obrazu wiązki.

Odp. B

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?

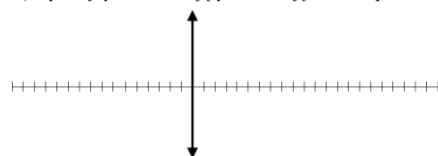
Odp.

$P\Delta t = nh\nu$	1
$n = \frac{P\Delta t}{h\nu}$	1
$n \approx 3,08 \cdot 10^{30}$	1

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. (1pkt)

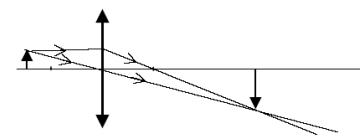


- b) Powiększenie obrazu można obliczyć korzystając z zależności $p = \frac{h_2}{h_1} = \frac{|y|}{x}$, gdzie h_1 i h_2 to

odpowiednio wysokość przedmiotu i obrazu. Korzystając z tej zależności oblicz powiększenie powstałego obrazu. (3pkt)

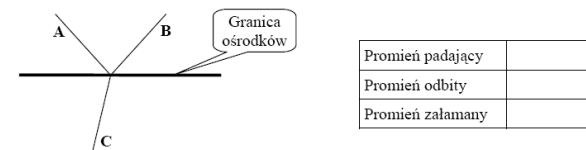
Odp.

Prawidłowa konstrukcja obrazu.

	1p.	4	Dopuszcza się inną, poprawną konstrukcję (z wykorzystaniem innych promieni).
Skorzystanie z zależności $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ i wyrażenie odległości obrazu $y = \frac{fx}{x-f}$	1p.		
Wyznaczenie wzoru na powiększenie uzyskane w soczewce $p = \frac{f}{x-f}$		1p.	
Obliczenie wartości powiększenia ($p = 2$)		1p.	

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.



- 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)

Odp.

- a) Uzupełnienie tabeli.

Promień padający	B		
Promień odbity	A		
Promień załamany	C		

- b) Podanie warunku:
– Światło musi przechodzić z ośrodka optycznie gęstszego do rzadszego (lub z ośrodka w którym światło biegnie z mniejszą prędkością do ośrodka w którym światło biegnie z większą prędkością)
– Kąt padania musi być odpowiednio duży ($\alpha > \alpha_{gr}$)

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.

Odp.

Zapisanie wyrażenia określającego liczbę fotonów.

$$n = \frac{E}{E_f} = \frac{E}{h \cdot \frac{c}{\lambda}}$$

Obliczenie liczby fotonów w impulsie światła laserowego
($n \approx 1,76 \cdot 10^{18}$ lub $n \approx 1,8 \cdot 10^{18}$ lub $n \approx 2 \cdot 10^{18}$)

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)

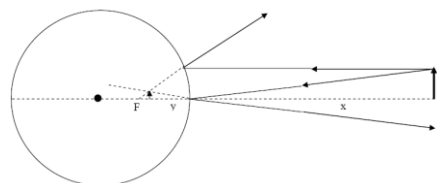
Odp.

a) Stwierdzenie, że foton posiada pęd.	1p.
Odwołanie się do zasady zachowania pędu	1p.
b) skorzystanie z zależności $E = h \frac{c}{\lambda}$	1p.
Obliczenie wartości energii ($E \approx 1,63 \cdot 10^{-18}$ J)	1p.

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?

Odp.



Rysunek	1
$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$ $f = \frac{x}{2}$	1
$y = \frac{80}{3}$ cm $\approx 1,81$ cm	1

Zadanie 6. (1 pkt)

Podczas przejścia wiązki światła z ośrodka o większym współczynniku załamania do ośrodka o mniejszym współczynniku załamania

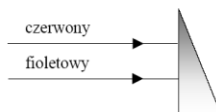
	długość fali	prędkość fali
A.	rośnie,	rośnie.
B.	rośnie,	maleje.
C.	maleje,	rośnie.
D.	maleje,	maleje.

Odp. A

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

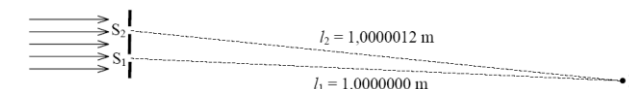
- A. zbieżne.
B. rozbieżne.
C. równoległe.
D. prostopadłe.



Odp. B

Zadanie 20. Interferencja (2 pkt)

Światło o długości fali 0,4 μm przechodzi przez dwie blisko siebie położone wąskie szczeliny. Ustal, czy w punkcie P nastąpi wzmocnienie czy wygaszenie światła. Wykorzystaj informacje przedstawione na rysunku. Odpowiedź uzasadnij zapisując odpowiednie zależności.



Prawidłowe zinterpretowanie informacji na rysunku i wyznaczenie różnicy dróg przebytych przez oba promienie $\Delta x = 0,0000012$ m (lub $1,2 \mu\text{m}$).	1
Zauważenie, że dla fali o długości $\lambda = 0,4 \mu\text{m}$ różnica dróg wynosi 3 λ , zatem w punkcie P – wystąpi wzmocnienie światła.	1

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.

Podanie minimalnej energii jonizacji $E = 13,6$ eV.

Za podanie wartości ($-13,6$ eV) nie przyznajemy punktu.

Skorzystanie z warunku $E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}$.

Podanie minimalnej energii wzbudzenia $E_{\text{min}} = 10,2$ eV.

Za podanie wartości ($-10,2$ eV) nie przyznajemy punktu.

Zadanie 11. (1 pkt)

Harcerze chcą zapalić ognisko za pomocą soczewki z okularów Jasia, zauważyli bowiem, że soczewka skupia promienie słoneczne. Jaś ma okulary o ogniskowej 0,5 m. Harcerze ustawili soczewkę prostopadle do biegu promieni słonecznych. Zapalkę 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.

Odp.

Soczewka skupiająca ogniskuje równoległą wiązkę światła słonecznego w ognisku, a więc w odległości ogniskowej od soczewki.

Odpowiedź C.

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.

Odp.

Ogniskowa opisanej soczewki związana jest z promieniem soczewki wzorem soczewkowym $1/f = (n_{\text{szk}} - 1)(1/r)$.	1
Stąd $r = (n-1)f = (1,5-1) \cdot 0,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$. Promień soczewki wynosi 0,25 m.	1

Zadanie 5 (1 pkt)

Foton o długości fali λ ma w próżni energię E. Energia innego fotonu o tej samej długości fali w środowisku o współczynniku załamania n będzie mieć wartość:

- a) $\frac{E}{n}$,
b) E,
c) nE,
d) $n^2 E$.

Odp. A

Zadanie 9 (1 pkt)

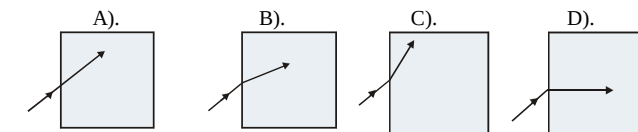
Na powierzchni dwóch ośrodków pada fala pod kątem α . W każdym ośrodku fala rozchodzi się z inną prędkością. Gdy kąt padania fali zwiększymy dwukrotnie, to kąt załamania:

- 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.

Odp. D

Zadanie 9 (1 pkt)

Przejście promienia świetlnego z powietrza do szkła prawidłowo przedstawiono na rysunku:



Odp.

Wykorzystanie prawa załamania światła, współczynnik załamania światła w szkłe jest większy od współczynnika załamania światła w powietrzu, odp. B

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 m² 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.

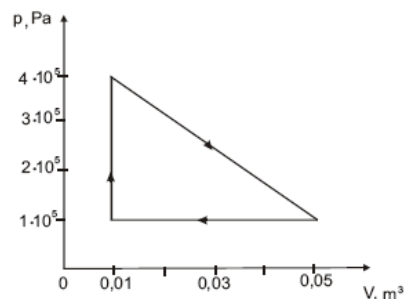
Odp.

Zauważenie, że dla punktowego źródła światła energia na jednostkę powierzchni prostopadłej do wektora położenia danego punktu względem tego źródła jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości od niego

Wyciągnięcie wniosku, że przy trzykrotnym wzroście odległości sondy od Słońca powierzchnia jej baterii musi wzrosnąć dziewięciokrotnie oraz policzenie tej powierzchni (36 m²)

Zadanie 6. (1 pkt)

Na rysunku w układzie współrzędnych $p(V)$ przedstawiono cykl pracy silnika cieplnego.



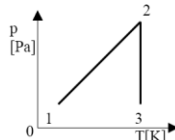
Silnik ten podczas jednego cyklu pobiera ze źródła 16 kJ ciepła. Sprawność tego silnika wynosi:

- A. 25%;
- B. 37,5%;
- C. 50%;
- D. 62,5%.

Odp. B

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.

Odp. B

Zadanie 4. (1 pkt)

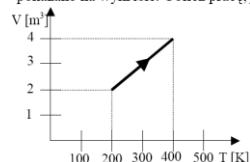
Silnik cieplny, który pobral dwa razy więcej energii cieplnej niż oddał do chłodnicy, ma sprawność:

- A. 25%,
- B. 50%,
- C. 60%,
- D. 75%.

Odp. B

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.



$$W = p \cdot \Delta V$$

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T_1}{V_1} = 83100 \text{ Pa}$$

$$W = n \cdot R \cdot T_1 \frac{\Delta V}{V_1}$$

$$W = 166200 \text{ J} = 166,2 \text{ kJ}$$

1p – wyznaczenie ciśnienia z równania Clapeyrona

1p- obliczenie wartości ciśnienia lub wstawienie do wzoru na pracę

1p – podanie wyniku wraz z jednostką

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 $c_w = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.

Odp.

$$\eta = \frac{m \cdot c_w \cdot \Delta T}{U_{sk} \cdot I_{sk} \cdot \Delta t} 100\%$$

$$\eta = \frac{m \cdot c_w \cdot \Delta T}{R \cdot I_{sk}^2 \cdot \Delta t} 100\%$$

$$I_{sk} = \sqrt{\frac{m \cdot c_w \cdot \Delta T}{R \cdot \Delta t \cdot \eta}} = 9,24 \text{ A}$$

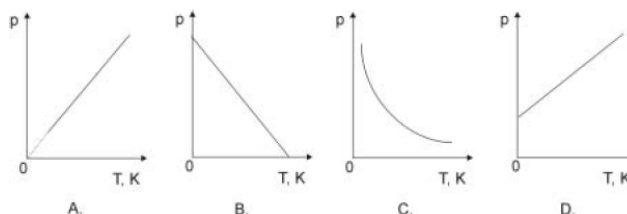
1p – zapisanie wzoru na sprawność i wstawienie odpowiednich wzorów na ciepło i pracę

1p – wykorzystanie prawa Ohma

1p – przekształcenie wzoru i obliczenie wartości I_{sk} wraz z jednostką

Zadanie 8. (1 pkt)

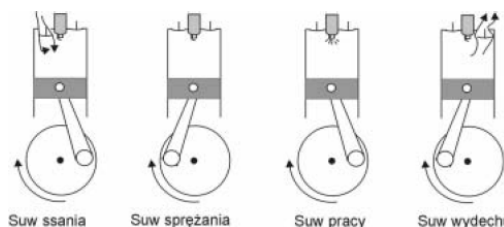
Gaz doskonały poddano przemianom, podczas której jego objętość i masa pozostawały stałe. Wskaż, który z wykresów prawidłowo przedstawia zależność zmian ciśnienia od temperatury podczas przemiany.



Odp. A

Zadanie 17. (2 pkt)

Na rysunku przedstawiony jest model budowy silnika czterusuwowego 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	

Odp

Suw	Ciśnienie	Objętość
Ssanie	Nie zmienia się	Rośnie
Sprężanie	Rośnie	Maleje
Praca	Maleje	Rośnie
Wydech	Nie zmienia się	Maleje

Cztery poprawne uzupełnienia – 2 punkt.

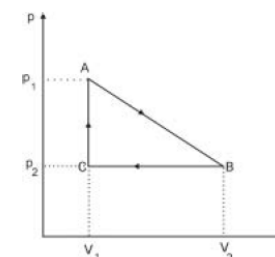
Trzy poprawne uzupełnienia – 1 punkt.

Mniej niż trzy poprawne uzupełnienia – 0 punktów.

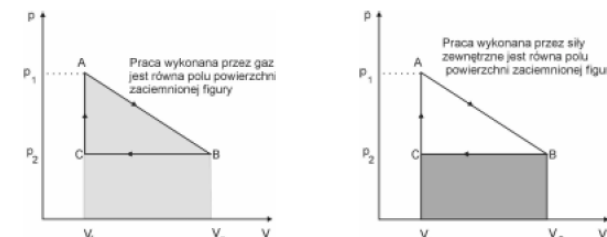
Zadanie 19. (3 pkt)

Przeczytaj poniżej zamieszczony tekst.

Na rysunku zaprezentowano cykl pracy pewnego silnika cieplnego.

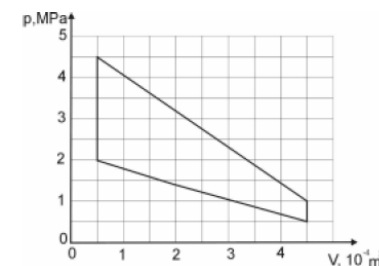


Wyciecenie sprawności takiego silnika wiąże się z wcześniejszym obliczeniem pracy użytecznej wykonanej przez gaz w czasie jednego cyklu przy wykorzystaniu wykresu zależności $p(V)$. Wykonana praca nad gazem lub przez gaz jest równa polu powierzchni figur zakreślonych na rysunkach.



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.

Odp.

Obliczenie pracy wykonane przez gaz.

$$W_1 = 1100 \text{ J}$$

Lub:

Obliczenie pracy użytecznej.

$$W = 600 \text{ J}$$

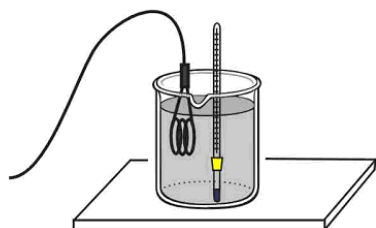
Możliwe jest obliczenie pracy użytecznej dowolną metodą za którą przyznajemy 2 punkty.

Obliczenie sprawności silnika.

$$\eta = \frac{W}{Q} \cdot 100\% = 50\% = 0,5$$

Zadanie 21. (2 pkt)

Do wody znajdującej się w zlewku 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.

Odp.

Proponowana odpowiedź:

Woda jest złym przewodnikiem ciepła. Główny transport energii w wodzie odbywa się poprzez konwekcję polegającą na ruchu mas o mniejszej gęstości, a większej temperaturze do góry, a o większej gęstości i mniejszej temperaturze w dół. Dlatego woda ogrzewana przez grzałkę umieszczoną tuż pod powierzchnią wody nie jest ogrzewana jednakowo w całej objętości.

Uwaga:

Nie jest wymagane użycie określeń: zły przewodnik ciepła i konwekcja zdujący może opisać to swoimi słowami.

Wyjaśnienie, że dzieje się tak, ponieważ woda jest złym przewodnikiem ciepła.

Zauważenie, że transport energii odbywa się poprzez konwekcję, a ta związana jest z unoszeniem ciepłych warstw wody do góry, a nie w dół.

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 biurowe w jednakowych odległościach. Mieli również do dyspozycji palnik gazowy, statyw, zapalki oraz stoper. Zapisz w punktach czynności wykonywane przez uczniów podczas doświadczenia.

Odp.

Aby sprawdzić, który z przygotowanych metali jest lepszym przewodnikiem, należy:

1. Pręt przymocować do statywu,
2. Podgrzewać palnikiem jeden koniec pręta i mierzyć czas, po którym odpadną z drutu wszystkie spinacze,
3. Doświadczenie powtórzyć z drugim drutem i porównać zmierzzone czasy podgrzewania.

To doświadczenie może mieć zapisany inny przebieg (pomija się wykorzystanie stopera), np.:

1. Przymocować pręty do statywu tak, by ich końce mogły być podgrzewane jednocześnie przez płomień palnika,
2. Podgrzewać palnikiem pręty i obserwować, z którego drutu odpadnie pierwszy spinacz.

Wypisanie prawidłowo wszystkich istotnych czynności

– 2 punkty.

Brak jednej czynności z wymienionych

– 1 punkt.

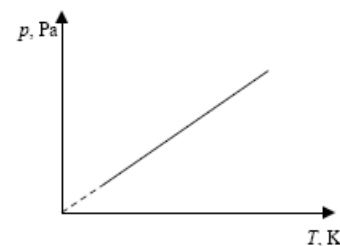
Brak więcej niż jednej czynności z wymienionych

– 0 punktów.

Zadanie 5. (1 pkt)

Wykres przedstawia przemianę gazu doskonałego. Jest to przemiana

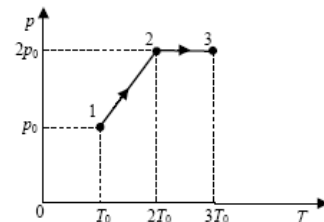
- A. izotermiczna.
- B. izochoryczna.
- C. izobaryczna.
- D. adiabatyczna.



Odp. B

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.).



Odp.

Z równania stanu:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{2 p_0 V_3}{3 T_0}$$

Określenie objętości gazu w stanie 3:

$$V_3 = \frac{3}{2} V_0$$

Zadanie 16. Silnik (3 pkt)

Silnik ciepły, wykonując pracę 2,5 kJ, przekazał do chłodnicy 7,5 kJ ciepła. Oblicz sprawność tego silnika.

Odp.

Określenie ciepła pobranego:

$$Q_1 = W + Q_2$$

Określenie sprawności:

$$\eta = \frac{W}{W + Q_2}$$

Obliczenie sprawności:

$$\eta = 0,25 \text{ (25\%)}$$

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).

Odp.

$$\frac{1}{2} E_k = Q, \quad \text{gdzie} \quad Q = mc\Delta T$$

$$\frac{1}{2} \frac{mv^2}{2} = mc\Delta T$$

$$\frac{v^2}{4} = c\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{v^2}{4c}$$

$$\Delta T = \frac{\left(300 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{4 \cdot 450 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = 50 \text{ K}$$

16.2 (1 pkt)

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

Odp.

Reszta energii kinetycznej została zużyta na wykonanie pracy (np. wydrążenie

kanalu w piasku, spłaszczenie pocisku)

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.

Odp.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}, \quad \text{ponieważ} \quad V_2 = V_1$$

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1}$$

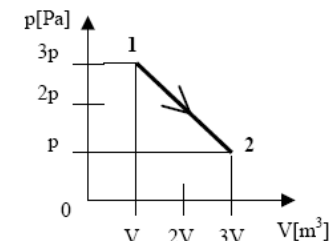
$$p_2 = \frac{1200 \text{ kPa} \cdot 350 \text{ K}}{300 \text{ K}}$$

$$p_2 = 1400 \text{ kPa}$$

Zawór bezpieczeństwa nie otworzy się.

Zadanie 6. (1 pkt)

Gaz doskonały przechodząc ze stanu 1 do stanu 2 wykonał pracę równą:



A) pV .

B) $3pV$.

C) $4pV$.

D) $6pV$.

Odp. C

Zadanie 21. Silnik (2 pkt)

Silnik cieplny, pracujący w cyklu Carnota oddaje do chłodziwy $\frac{3}{5}$ pobranej energii cieplnej.

Oblicz sprawność tego silnika.

Odp.

$\eta = \frac{Q_1 - \frac{3}{5}Q_1}{Q_1} \cdot 100\%$	2	1p – zapisanie wzoru na sprawność i wstawienie wartości oddanej energii.
$\eta = \frac{4}{10} = 40\%$		1p – obliczenie sprawności silnika.

Zadanie 4. (1 pkt)

Temperatura chłodziwy idealnego silnika cieplnego stanowi $\frac{2}{5}$ temperatury źródła ciepła. Sprawność tego silnika jest równa

- A) 20%
B) 40%
C) 60%
D) 80%

Odp. C

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.

Odp. B

Zadanie 14. Zbiornik z gazem (4 pkt)

Stalowy zbiornik o objętości $0,2 \text{ m}^3$ zawiera azot pod ciśnieniem $0,5 \text{ MPa}$ i temperaturze 0°C . Zbiornik zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa otwierającym się wtedy, gdy ciśnienie gazu osiągnie wartość $0,6 \text{ MPa}$. 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)

Odp.

1p – skorzystanie z równania Clapeyrona

1p – obliczenie masy gazu i podanie wyniku wraz z jednostką

$$(m \approx 1,23 \text{ kg})$$

1p – skorzystanie z równania gazu doskonałego lub równania Clapeyrona lub

zależności opisującej przemianę izochoryczną

1p – obliczenie temperatury gazu i podanie wyniku wraz z jednostką

$$(T = 327,6 \text{ K lub } t = 54,6^\circ\text{C})$$

Zadanie 6. (1 pkt)

W idealnym silniku cieplnym wzrasta temperatura chłodziwy 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 chłodziwy zrówna się z temperaturą źródła ciepła to wzrasta do jedności.
C. wzrasta wraz ze wzrostem temperatury chłodziwy i osiąga maksymalną wartość gdy temperatury: źródła ciepła i chłodziwy są sobie równe.
D. maleje i osiąga wartość minimalną, gdy temperatura chłodziwy zrówna się z temperaturą źródła ciepła.

Odp. D

Zadanie 5. (1 pkt)

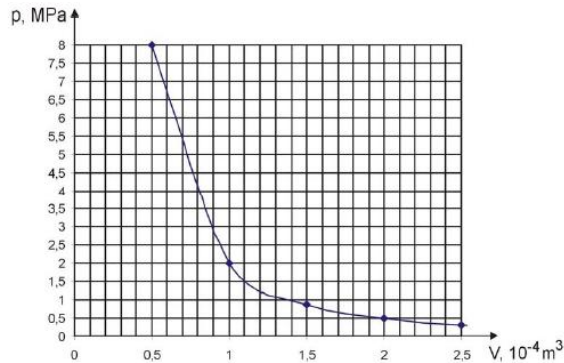
Mamy dwa zbiorniki z gazem. W zbiorniku A znajduje się 2 kg gazu w temperaturze T , a w zbiorniku B 1 kg takiego samego gazu w temperaturze $2T$. Który z wniosków przedstawionych poniżej jest prawdziwy?

- 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.

Odp. B

Zadanie 17. (2 pkt)

W zamkniętym cylindrze sprężano gaz doskonały. Proces tego sprężania przedstawiono na wykresie $p(V)$.



Czy gaz sprężano izotermicznie? Uzasadnij odpowiedź.

Odp.

Odczytuje z wykresu dwie pary punktów np. $p_1 = 8 \text{ MPa}$; $V_1 = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$, oraz $p_2 = 2 \text{ MPa}$, $V_2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$	1
Sprawdza iloczyn odczytanych z wykresu współrzędnych wybranych punktów $8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \neq 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$ i stwierdza, że nie spełnione jest prawo Boyle'a Mariotte'a $pV = \text{const}$	1

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 wzrosła.
D. energia kinetyczna pojazdów jest większa niż przed zderzeniem, a energia wewnętrzna samochodów zmalała.

Odp. B

Zadanie 15. (3 pkt)

Objętość gazu zmniejszyła się o $0,02 \text{ m}^3$ 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 ?

Odp.

Obliczenie pracy wykonanej nad gazem $W = p \Delta V = 3000 \text{ J}$	1
Zauważenie, że zmiana U jest ujemna $\Delta U = -3000 \text{ J}$	1
Obliczenie $Q = -6000 \text{ J}$ (skorzystanie z I zasady termodynamiki)	1

Zadanie 3. (1 pkt)

Powietrze w oponie wystawionej na działanie promieni słonecznych ulega nagrzaniu. Przyjmując, że objętość opony nie uległa zmianie możemy powiedzieć, że energia wewnętrzna powietrza w oponie

- A. wzrosła, bo powietrze wykonało pracę.
B. zmalała, a powietrze nie wykonało pracy.
C. wzrosła, a powietrze nie wykonało pracy.
D. zmalała, bo powietrze wykonało pracę.

Odp. C

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.

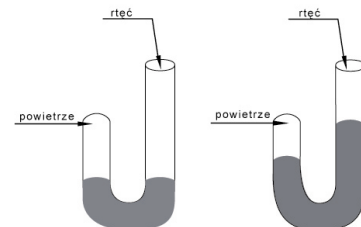
Odp.

Nazwanie poprawnie wszystkich cykli: AB- rozprężanie izotermiczne, BC rozprężanie adiabatyczne, CD – sprężanie izotermiczne, DA sprężanie adiabatyczne

Zapisanie wzoru $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ i wstawienie prawidłowych wartości	1
Obliczenie $\eta = 0,4$ lub 40%	1

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.

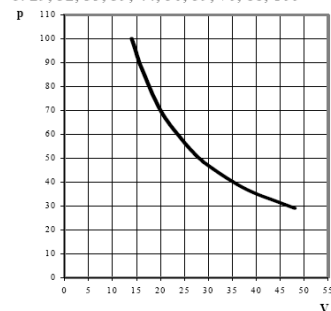
V	48	44	40	36	32	28	24	20	16	14
p	0	3	6	10	15	21	30	41	59	71
p + b										

a) Zrób wykres zależności ciśnienia od objętości powietrza zawartego w krótszym ramieniu rurki.

b) Podaj związek pomiędzy tymi wielkościami.

a)

p + b: 29; 32; 35; 39; 44; 50; 59; 70; 88; 100



b) Przy stałej temperaturze iloczyn ciśnienia i objętości jest stały.
lub: Ciśnienie gazu jest odwrotnie proporcjonalne do objętości.

1 p. – dodanie w tabeli policzonej sumy p + b;
1 p. – wyskalowanie osi;
1 p – narysowanie wykresu

1 p. – sformułowanie prawa

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.

Odp. B

Zadanie 15. Butla z gazem (2 pkt)

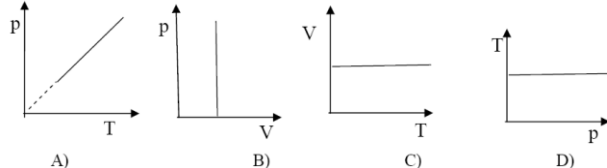
Butla zawiera gaz pod ciśnieniem 0,5 MPa w temperaturze 20°C. Butla zabezpieczona jest zaworem bezpieczeństwa otwierającym się, gdy ciśnienie gazu osiągnie wartość 0,6 MPa. Butlę z gazem pozostawiono w nasłonecznionym miejscu. Oblicz, przy jakiej temperaturze nastąpi otwarcie zaworu bezpieczeństwa. Przyjmij, że objętość butli nie ulega zmianie.

Odp.

Wyznaczenie temperatury ze wzoru na przemianę izochoryczną $T_2 = \frac{T_1 p_2}{p_1}$ lub równania Clapeyrona	1p.
Obliczenie wartości temperatury ($T_2 = 351,6 \text{ K}$ lub $t = 78,6^\circ\text{C}$)	1p.

Zadanie 9. (1 punkt)

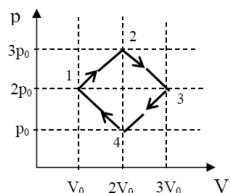
Z przedstawionych poniżej wykresów, na których p oznacza ciśnienie, T – temperaturę, a V objętość) przemiany izochorycznej gazu doskonałego nie przedstawia wykres:



Odp. D

Zadanie 11. Gaz doskonały (4 punkty)

Jednoatomowy gaz doskonały ($C_V = \frac{3}{2}R$) podlega cyklowi przemian.



Opisz, jak zmienia się energia wewnętrzna gazu podczas kolejnych przemian.

Odp.

$Q_{1,2} > 0$ - energia wewnętrzna wzrasta	1
$Q_{2,3} > 0$ - energia wewnętrzna nie ulega zmianie	1
$Q_{3,4} < 0$ - energia wewnętrzna maleje	1
$Q_{4,1} < 0$ - energia wewnętrzna nie ulega zmianie	1

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.

Odp.

$Q = mC_p \Delta T$	1
$Q' = mC_V \Delta T$	
$C_p = C_V + R$	1
$Q' < Q$	1

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 zeru.
- 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 zeru.

Odp. B

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.

Odp. A

Zadanie 5. (1 pkt)

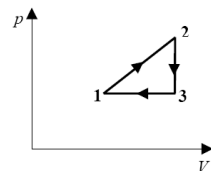
W zewnętrznej warstwie Słońca o grubości około 100 000 km materia o wyższej temperaturze unosi się ku powierzchni gdzie oddaje część energii do otoczenia i po oziębieniu spływa do wnętrza Słońca. Zjawisko to nazywamy

- promieniowaniem cieplnym.
- przewodnictwem cieplnym.
- konwekcją.
- protuberancją.

Odp. C

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.

Odp.

16.2. (1 pkt)

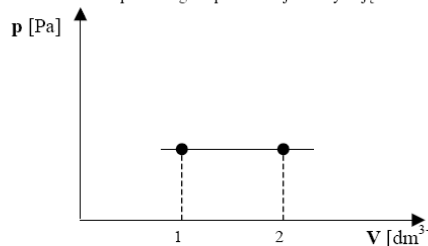
Zapisz, w którym z punktów (na wykresie zaznaczonych, jako punkt 1, 2 lub 3) temperatura gazu jest najwyższa.

Odp.

Udzielenie prawidłowej odpowiedzi – <u>jednoczesna zmiana ciśnienia, objętości i temperatury zachodzi w przemianie 1 – 2.</u>	1
Udzielenie prawidłowej odpowiedzi – <u>temperatura gazu jest najwyższa w punkcie 2.</u>	1

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,
- z malała dwukrotnie,
- z malała trzykrotnie.

W danym procesie nie zmieniło się ciśnienie gazu (przemiana izobaryczna), a więc temperatura bezwzględna musiała wzrosnąć proporcjonalnie do wzrostu objętości. Objętość wzrosła dwukrotnie, temperatura wzrosła dwukrotnie.

Odpowiedź B.

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 $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Odp.

Ciśnienie na głębokości $h = 3 \text{ m}$ pod wodą jest sumą ciśnienia atmosferycznego i ciśnienia słupa wody. Wynosi ono : $p_1 = 3 \text{ m} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 + 10^5 \text{ Pa} = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	1
Ciśnienie metanu w pęcherzyku jest takie samo, jak ciśnienie na zewnątrz pęcherzyka. Ponieważ temperatura metanu nie zmieniła się, to zmniejszaniu się ciśnienia towarzyszyło zwiększanie się objętości gazu	1
Z prawa gazu doskonałego $p_1/p_2 = V_2/V_1$. Ponieważ $p_1/p_2 = 1,3$, to $V_2/V_1 = 1,3$. Objętość metanu zwiększyła się 1,3 raza.	1

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%.

Odp.

Silnik wykonał pracę mechaniczną $W = 10^8 \text{ J}$. Ponieważ sprawność wynosi 25%, musiał uzyskać ze spalania benzyny ciepło $Q = 10^8 \text{ J} / 0,25 = 4 \cdot 10^8 \text{ J}$. Ciepło spalania wynosi 4 · 10 ⁷ J/kg, a więc silnik musiał spalić masę	1
$m = \frac{4 \cdot 10^8 \text{ J}}{4 \cdot 10^7 \text{ J/kg}} = 10 \text{ kg}$ benzyny.	1

Zadanie 2 (1 pkt)

Tlen zamknięty w butli stalowej ma temperaturę 15°C. Aby ciśnienie wewnątrz butli wzrosło dwukrotnie należy go podgrzać do temperatury:

- 576°C,
- 303°C,
- 288°C,
- 30°C.

Odp. B

PLETWONUREK

Pletwonurek pływający w jeziorze na głębokości 50 m wydycha powietrze, które tworzy bańkę o objętości 25 cm³. 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 10⁵ Pa. Gęstość wody ma wartość 10³ kg/m³.

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.

Odp.

Zadanie 13 (4 punkty)

- zauważenie, że ciśnienie na głębokości 50 m jest równe sumie ciśnienia atmosferycznego i hydrostatycznego – **1 punkt**
- prawidłowa zamiana jednostek – **1 punkt**
- skorzystanie z równania Clapeyrona i obliczenie liczby moli powietrza – **1 punkt**
- podstawienie wartości liczbowych i podanie wyniku wraz z jednostką ($n = 0,0065 \text{ moli}$) – **1 punkt**

Zadanie 14 (4 punkty)

- zauważenie, że ciśnienie na głębokości 50 m jest równe sumie ciśnienia atmosferycznego i hydrostatycznego – **1 punkt**
- prawidłowa zamiana jednostek – **1 punkt**
- skorzystanie z równania Clapeyrona lub równania stanu gazu doskonałego – **1 punkt**
- obliczenie objętości i podanie wyniku wraz z jednostką ($V = 158,7 \text{ cm}^3$) – **1 punkt**

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.

Odp. B

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 $4200 \frac{J}{kg \cdot K}$.

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 trzyosobowej 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.

Odp.

Zadanie 19.

- skorzystanie z zależności: $P = U \cdot I$, oraz z prawa Ohma – **1 punkt**
- obliczenie wartości oporu i podanie wyniku **wraz z jednostką** – **1 punkt**

Zadanie 20.

- obliczenie liczby kąpieli oraz zużytej energii – **1 punkt**
- obliczenie kosztów kąpieli podanie wyniku **wraz z jednostką** – **1 punkt**

Zadanie 21.

- opisanie i wyskalowanie osi – **1 punkt**
- narysowanie wykresu – **za każdy prostoliniowy fragment wykresu po 1 punkcie**
UWAGA! wykres składa się z czterech odcinków

Zadanie 4 (1 pkt)

Nieprawda jest, że sprawność cieplnego silnika teoretycznego:

- A). jest tym większa im mniej ciepła pobiera silnik w czasie jednego cyklu;
- B). zależy wprost proporcjonalnie od pracy użytecznej wykonanej przez gaz;
- C). dąży do 1 gdy $T_1 \gg T_2$, gdzie T_1 -temperatura źródła ciepła, T_2 -temperatura chłodnicy;
- D). maleje wraz z obniżaniem się temperatury chłodnicy.

Odp.

Przeanalizowanie wzorów na sprawność silnika cieplnego i wybór

prawidłowej odpowiedzi: odp. D

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?

- (a) temperatura w pomieszczeniu spadnie;
- (b) temperatura w pomieszczeniu wzrośnie;
- (c) temperatura w pomieszczeniu pozostanie stała;
- (d) temperatura w pomieszczeniu najpierw spadnie, a następnie wzrośnie.

Odp.

Odp. (d) - chłodne powietrze z lodówki zmiesza się po otwarciu jej drzwi z powietrzem z pomieszczenia powodując jego ochłodzenie. Ponieważ jednak energia z sieci elektrycznej jest ciągle dostarczana do izolowanego pomieszczenia za pośrednictwem pracującej lodówki, to następnie temperatura w nim będzie rosła.

Zadanie 5 (1 pkt)

Po zaparkowaniu samochodu w miejscu, gdzie docierają promienie słoneczne, stwierdzono wzrost ciśnienia w jego oponach. Stało się tak, ponieważ:

- (a) objętość zajmowana przez cząsteczki gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła;
- (b) siła wywierana przez cząsteczki gazów tworzących powietrze w oponach działała na mniejszą powierzchnię;
- (c) energia kinetyczna cząsteczek gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła;
- (d) średnia odległość pomiędzy cząsteczkami gazów tworzących powietrze w oponach wzrosła.

Odp.

Odp. (c) - wyższa temperatura opon i powietrza wewnątrz nich oznacza większą średnią energię jego cząsteczek. Przy większej średniej energii kinetycznej mają one większe prędkości. Dzięki temu częściej zderzają się ze ściankami opon i przekazują im średnio podczas każdego zderzenia większy pęd.

7. W dwóch jednakowych butlach znajdują się równe masy wodoru oraz tlenu o tej samej temperaturze. Ciśnienie w butli zawierającej tlen jest równe 10⁵Pa.

Na podstawie tych informacji można wnioskować, że ciśnienie w butli zawierającej wodór wynosi:

- A) 2·10⁵ Pa B) 6·10⁵ Pa C) 16·10⁵ Pa D) 32·10⁵ Pa

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

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:

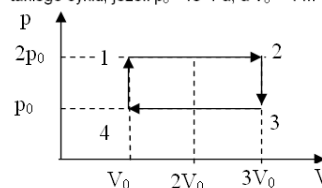
- A. wzrosną objętości obu pęcherzyków,
- B. zmaleją objętości obu pęcherzyków,
- C. zmaleje objętość pęcherzyka przy dnie, a wzrośnie objętość tego, który unosił się w górę.
- D. wzrośnie objętość pęcherzyka przy dnie, a zmaleje objętość tego, który unosił się w górę.

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



Zadanie 8.

Wykres przedstawia cykl przemian gazu doskonałego. Oblicz pracę wykonaną w czasie takiego cyklu, jeżeli $p_0 = 10^5$ Pa, a $V_0 = 1$ m³ ?



Odp.

– interpretacja pola prostokąta na wykresie jako pracy	1 p.
– obliczenie pracy razem z jednostką: $W = 2 \cdot 10^5$ J	1 p.

Relatywistyka

Podstawą szczególnej teorii względności są założenia:

- każdy ruch jest względny, tzn. może być opisywany wyłącznie względem innych ciał
- prędkość światła w próżni jest zawsze taka sama i nie zależy od tego czy obserwator lub źródło poruszają się czy też nie
- prędkość światła w próżni $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ jest największą prędkością rozchodzenia się oddziaływań w przyrodzie (mogą ją osiągać tylko obiekty o zerowej masie spoczynkowej)

SKŁADANIE PRĘDKOŚCI

$$V = \frac{V_1 + V_2}{1 + \frac{V_1 V_2}{c^2}}$$

DYLATACJA CZASU

Z założeń teorii względności Einsteina wynika nierównoczesność zdarzeń w różnych nieinercjalnych układach odniesienia.

$$t = \frac{t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Najprostszym przykładem dylatacji jest paradoks bliźniąt. Astronauta wystrzelony w kosmos po powrocie będzie młodszy od swojego brata bliźniaka, ponieważ w poruszającym się układzie "czas płynie wolniej".

SKRÓCENIE DŁUGOŚCI

Długość odcinka z punktu widzenia obserwatora znajdującego się względem niego w spoczynku jest mniejsza niż z punktu widzenia obserwatora będącego względem tego odcinka w stanie ruchu.

$$l = l' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Zjawisko skrócenia długości można wytłumaczyć na następującym przykładzie: Antek znajduje się w poruszającym się pociągu twierdzi, że jego linijka ma 1m. Benek będąc w układzie spoczywającym (stoi na peronie) stwierdza, że linijka Antka ma mniej niż 1m. Antek tego nie zauważa, gdyż znajduje się w poruszającym się układzie odniesienia.

MASA CIAŁA

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

m_0 - masa spoczynkowa

ENERGIA KINETYCZNA

$E = mc^2$ - energia całkowita cząstki

$E_0 = m_0 c^2$ - energia spoczynkowa

$E_k = mc^2 - m_0 c^2$

ZADANIA

Zadanie 5. (1 pkt)

Wartość pędu cząstki o masie spoczynkowej m poruszającej się z prędkością v o wartości v , porównywalnej z prędkością światła c , wyraża się wzorem $p = \frac{mcv}{\sqrt{c^2 - v^2}}$. Na tej podstawie możemy stwierdzić, że

- wartość pędu cząstki nie zależy od wartości prędkości.
- wartość pędu cząstki jest wprost proporcjonalna do wartości prędkości.
- wartość pędu cząstki rośnie ze wzrostem wartości prędkości.
- wartość pędu cząstki maleje ze wzrostem wartości prędkości.

Odp. C

Zadanie 14. Rakiety (3 pkt)

Dwie rakiety poruszają się wzdłuż tej samej prostej naprzeciw siebie z prędkościami (względem pewnego inercjalnego układu odniesienia) o wartościach $v_1 = 0,3c$ i $v_2 = 0,3c$. Względna prędkość rakiet można obliczyć w sposób relatywistyczny, korzystając z równania

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} \text{ lub klasyczny.}$$

14.1 Oblicz w sposób klasyczny i relatywistyczny wartość prędkości względnej obu rakiet. (2 pkt)

14.2 Zapisz, jak zmieni się stosunek prędkości względnej obliczonej w sposób relatywistyczny do wartości prędkości obliczonej w sposób klasyczny, jeśli wartości prędkości rakiet zostaną zwiększone. (1 pkt)

Odp.

14.1

Obliczenie prędkości względnej klasycznie:

$$v = v_1 + v_2 = 0,60 c = 1,80 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Obliczenie prędkości względnej relatywistycznie:

$$v \approx 0,55 c = 1,52 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

14.2

Stwierdzenie, że stosunek wartości prędkości będzie maleł.

Zadanie 20. Pęd (3 pkt)

Oblicz stosunek wartości pędu cząsteczki poruszającej się z prędkością v o wartości równej 90% prędkości światła, gdy obliczamy go klasycznie do wartości pędu tej cząstki obliczanej relatywistycznie.

Odp.

$p = \frac{mV}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$	1p - zapisanie wzoru na pęd relatywistyczny,
$\frac{p_k}{p_r} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$	3 1p - wyznaczenie stosunku pędów,
$\frac{p_k}{p_r} = \sqrt{0,19} = 0,44$	1p - obliczenie wartości ilorazu pędów.

Zadanie 15. Fale materii (3 punkty)

Oblicz długość fali materii elektronu poruszającego się z prędkością $v = 0,6 c$. Uwzględnij efekty relatywistyczne.

Odp.

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad v=0,6c$$

$$m = \frac{4}{3} m_0$$

$$\lambda = 3,2 \text{ pm}$$

INNE

1. Zegar spoczywający w pewnym układzie odniesienia wskazuje czas trwania zjawiska równy 66 minut. Czas trwania tego samego zjawiska zmierzony w układzie odniesienia zbliżającym się do pierwszego układu z pewną prędkością wynosi 60 minut. Układ ten porusza się z prędkością o wartości równej w przybliżeniu:

a) 0,01c b) 0,22c c) 0,42c d) 0,99c

odp. C

2. a) Ustal, czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe „Fizyka klasyczna jest przybliżeniem fizyki relatywistycznej, gdy badany obiekt porusza się z prędkością o wartości dużo mniejszej od wartości prędkości światła”. Odpowiedź uzasadnij.

b) Z rakiety poruszającej się z prędkością światła względem obserwatora na Ziemi wysłano sygnał świetlny. Ustal, jaką wartość ma prędkość tego sygnału względem obserwatora.

c) wymień dwa tzw. efekty relatywistyczne, które można zaobserwować, gdy prędkość obiektu jest porównywalna z wartością prędkości światła.

Odp.

b) $v=c$

3. Miony są cząstkami elementarnymi, których średni czas życia wynosi 2,2μs. Załóżmy, że miony zostały wyprodukowane w górnych warstwach atmosfery na wysokości 13 km nad powierzchnią Ziemi i poruszają się z prędkością o wartości 0,999c w kierunku powierzchni Ziemi.

a) Oblicz średnią odległość, którą przebyły te miony w atmosferze

zgodnie z mechaniką Newtona.

b) Oblicz średnią drogę, którą przebędą te miony w atmosferze, korzystając ze szczególnej teorii względności. Ustal, czy detektory zainstalowane na powierzchni Ziemi mogą zarejestrować większość mionów.

Odp.

a) 659m b) 14,7km

4. 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:

a) 0,26c b) 0,53c c) 0,7c d) 0,86c

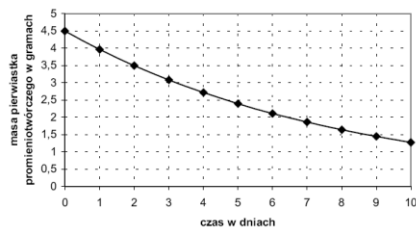
5. W myśl szczególnej teorii względności masa poruszającego się obiektu wzrasta wraz z jego prędkością. Przedstaw na wykresie zależność masy protonu przyspieszanego w akceleratorze, od jego prędkości. Wykres sporządź dla prędkości z zakresu od 0km/s do 300000km/s.

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

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

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.

Odp.

zadanie 16.

Z wykresu odczytujemy masę pierwiastka promieniotwórczego, która nie ulegnie rozpadowi po czasie połowicznego zaniku:

$m = 2,25 \text{ g}$

Obliczamy liczbę cząstek korzystając ze wzoru:

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_0} \quad \text{czyli} \quad N = \frac{mN_0}{M} = 6,5 \cdot 10^{21} \text{ atomów}$$

Zadanie 9. (1 pkt)

Izotop wodoru ^3_1H ma w porównaniu z izotopem helu ^3_2He :

- A. większą liczbę nukleonów,
- B. mniejszą liczbę nukleonów,
- C. większą liczbę neutronów,
- D. mniejszą liczbę neutronów.

Odp. C

Zadanie 10. (1 pkt)

Jądro uranu $^{238}_{92}\text{U}$ przechodzi w jądro ołowiu $^{206}_{82}\text{Pb}$ w wyniku kilku rozpadow promieniotwórczych. Liczba rozpadow α i β^- , odpowiadająca temu procesowi, jest odpowiednio równa:

- A. 8 i 6,
- B. 8 i 8,
- C. 8 i 10,
- D. 16 i 6.

Odp. A

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. $^{A-4}_{Z-4}\text{Y}$
- B. $^{A-2}_{Z-4}\text{Y}$
- C. $^{A-2}_{Z-1}\text{Y}$
- D. $^{A-4}_{Z-1}\text{Y}$

Odp. D

Zadanie 17. Masa i energia (2 pkt)

Słońce wypromieniowuje w ciągu 1 sekundy około $4 \cdot 10^{26} \text{ J}$ energii. Oblicz, o ile w wyniku tej emisji zmniejsza się masa Słońca.

Odp.

Wyrażenie masy równaniem:

$$\Delta m = \frac{E}{c^2}$$

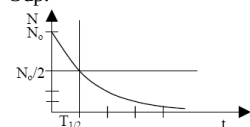
Obliczenie wartości masy:

$$\Delta m = 4,4 \cdot 10^9 \text{ kg}$$

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. Naskicuj 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 . Zaznacz na wykresie czas połowicznego zaniku. Oszacuj wiek znalezionych szczątków.

Odp.



Prawidłowy kształt wykresu mający początek w N_0 .

Prawidłowo zaznaczony na wykresie czas połowicznego rozpadu dla:

$$N = N_0/2$$

Określenie wieku znalezionych szczątków:

$$t = 17100 \text{ lat}$$

Zadanie 4. (1 pkt)

Jądro izotopu $^{235}_{92}\text{U}$ zawiera

- A. 235 neutronów.
- B. 327 nukleonów.
- C. 143 neutrony.
- D. 92 nukleony.

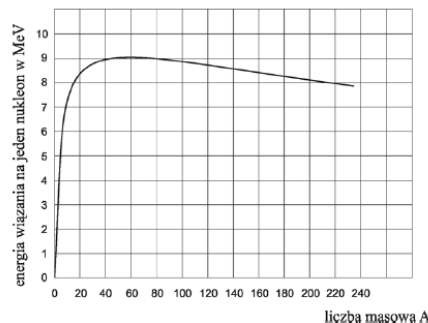
Zadanie 7. (1 pkt)

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.

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.

Odp.

$$\text{Liczba masowa dla jądra izotopu radonu } A = 86 + 134 = 220.$$

Energia wiązania na jeden nukleon (odczytana z wykresu) jest równa 8 MeV.

$$\text{Energia wiązania jądra radonu } E_w = 220 \cdot 8 \text{ MeV} = 1760 \text{ MeV}.$$

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.

Odp.

Jądrowy niedobór masy („deficyt masy”) to różnica między sumą mas

składników jądra atomowego (neutronów i protonów) a masą jądra.

Wartość niedoboru masy można obliczyć korzystając z zasady

$$\text{równoważności masy i energii} \rightarrow E = \Delta mc^2.$$

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.

Odp.

$T = 6 \text{ godz.}$	4	1p – odjęcie od ilości impulsów tła, 1p – wyskalowanie osi, 1p – zaznaczenie punktów i narysowanie krzywej, 1p – podanie okresu połowicznego rozpadu.	Gdy nie zostanie odjęte tło zdający traci tylko 1 punkt.
-----------------------	---	--	---

Zadanie 21. Izotop (4 pkt)

Czas połowicznego rozpadu izotopu $^{210}_{84}\text{Po}$ wynosi około 140 dni.

- a) Napisz równanie reakcji rozpadu tego izotopu wiedząc, że w jej wyniku powstaje izotop ołowiu $^{206}_{82}\text{Pb}$. Podaj nazwę wyemitowanej cząstki. (2 pkt)
- b) Oblicz, jaka część początkowej masy tego izotopu pozostanie po upływie 40 tygodni. (2 pkt)

Odp.

1p – zapisanie reakcji rozpadu ($^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He}$)

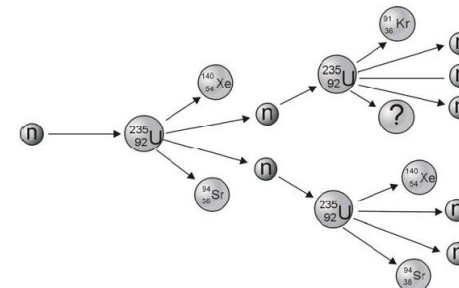
1p – poprawne nazwanie emitowanej cząstki (jądro helu lub cząstka alfa)

1p – zauważenie, że 40 tygodni to dwa okresy połowicznego rozpadu izotopu $^{210}_{84}\text{Po}$

1p – obliczenie części początkowej masy izotopu ($m/m_0 = 1/4$)

Zadanie 8. (1 pkt)

Na rysunku przedstawiono schemat reakcji rozszczepienia uranu.



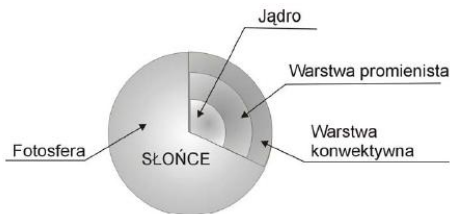
W miejscu gdzie na rysunku jest znak zapytania powinno znaleźć się jądro

- A. $^{138}_{53}\text{I}$.
- B. $^{141}_{56}\text{Ba}$.
- C. $^{138}_{54}\text{Xe}$.
- D. $^{141}_{58}\text{Ce}$.

Odp. B

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.

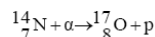
Odp.

Zapisuje, że energia produkowana jest podczas syntezy jąder wodoru w hel.

Stwierdza, że za transport energii z jądra gwiazdy do warstw powierzchniowych odpowiedzialne są dwa zjawiska: promieniowanie i konwekcja.

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.

Odp.

Energię wydzieloną/dostarczoną w reakcji można wyliczyć stosując wzór: $E = c^2 \Delta m$

Z tabeli wynika, że różnica mas jąder ulegających syntezie i otrzymanych po reakcji jest większa od zera, dlatego energia się wydzielą.

Stwierdza, że podczas tej reakcji energia będzie się wydzielala.

Zadanie 10. (1 pkt)

Moderator w reaktorze jądrowym służy do

- A. pochłaniania nadmiaru neutronów.
- B. regulacji liczby neutronów emitowanych podczas rozpadu jąder.
- C. zmniejszania energii kinetycznej neutronów.
- D. zablokowania reakcji rozszczepienia podczas awarii reaktora.

Odp. C

Zadanie 4. (1 punkt)

Źródłem energii gwiazd są reakcje

- A) rozszczepienia jąder atomowych.
- B) egzotermiczne – chemiczne.
- C) syntezy termojądrowej.
- D) anihilacji par cząstka – antycząstka.

Odp. C

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.

Odp.

Otrzymanie zależności $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$ i podstawienie poprawnych wartości	1
Poprawnie wyliczoną prędkość $v \approx 1,1 \cdot 10^6$ m/s	1
Zapisanie związku wynikającego z prawa zachowania pędu m i przekształcenie go oraz podstawienie prawidłowych wartości liczbowych:	1
$m_{\text{neutronu}} \cdot v_{\text{neutronu}} + 0 = m_{\text{U}^{236}} \cdot v \Rightarrow v = \frac{m_{\text{neutronu}} \cdot v_{\text{neutronu}}}{m_{\text{U}^{236}}}$	1
Obliczenie $v \approx 4,6 \cdot 10^3$ m/s	1

Zadanie 18. Promieniotwórczość (4 pkt)

a) Uzupełnij poniższy schemat reakcji rozpadów promieniotwórczych.



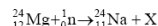
b) Ile wynosi okres połowicznego rozpadu ${}^{218}\text{Po}$, jeśli po 15 minutach z 64000 jąder tego izotopu polonu zostało 2000?

Odp.

a)	1 p. – rozpad α
${}^{218}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{214}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^0_{-1}\beta + {}^{214}_{83}\text{Bi} \rightarrow$	1 p. – rozpad β
${}^0_{-1}\beta + {}^{214}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{210}_{82}\text{Pb}$	1 p. – określenie końcowego izotopu
b) $64000 : 2000 = 32 = 2^5$	1 p. – obliczenie czasu połowicznego rozpadu
5 okresów połowicznego rozpadu w czasie 15 min.	
Czas połowicznego rozpadu: $15 : 5 = 3$ [min]	

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.

Odp. A

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.

Odp. D

Zadanie 10. (1 punkt)

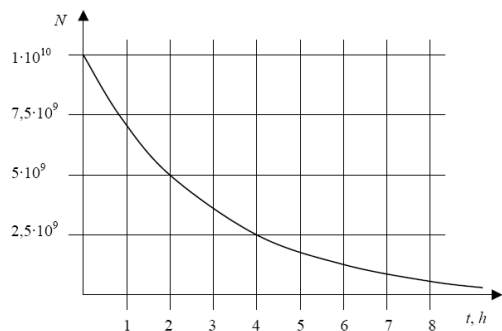
Reakcje syntezy termojądrowej zachodzące we wnętrzu Słońca nie wymagają obecności pól magnetycznych. Podczas realizacji ziemskiego odpowiednika tych reakcji bardzo silne pola magnetyczne są niezbędne, aby

- A) zjonizować używany w eksperymentach wodor.
- B) utrzymać gorącą plazmę w ograniczonej objętości.
- C) zrekompenzować brak wielokrotnie zjonizowanych metali.
- D) doprowadzać wzdluż linii takich pól powstającą w eksperymencie energię.

Odp. B

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)

Odp.

Czas połowicznego rozpadu izotopu wynosi $T_{1/2} = 2$ h	1p.
Obliczenie liczby jąder, które uległy rozpadowi i podanie wyniku ($n = 8,75 \cdot 10^9$)	1p.

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 godziny.
- B. 4 godziny.
- C. 6 godzin.
- D. 8 godzin.

Odp. B

Zadanie 10. (1 pkt)

Podczas bombardowania płytki zawierającej izotop berylu ${}^9_4\text{Be}$ cząstkami α otrzymano jądra 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. ${}^9_4\text{Be} + 2{}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + 2{}^1_0\text{n}$.
- D. ${}^9_4\text{Be} + 2{}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + 4{}^1_0\text{n}$.

Odp. A

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 .

Odp.

Stwierdzenie, że cząstki alfa są bardzo mało przenikliwe i **nie wnikają do wnętrza organizmu**.

Dopuszcza się stwierdzenie, że cząstki alfa mają mały zasięg.

Stwierdzenie, że promieniowanie gamma jest bardzo przenikliwe i **wnika do wnętrza organizmu**.

Dopuszcza się stwierdzenie, że cząstki gamma mają duży zasięg.

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) ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.

Odp.

Przy emisji elektronu w rozpadzie β liczba masowa jądra nie ulega zmianie, natomiast liczba porządkowa, zgodnie z prawem zachowania ładunku, rośnie o jeden. Warunki te spełnia jądro niklu ${}^{60}_{28}\text{Ni}$, z punktu a.

Odpowiedź A.

Zadanie 4 (1 pkt)

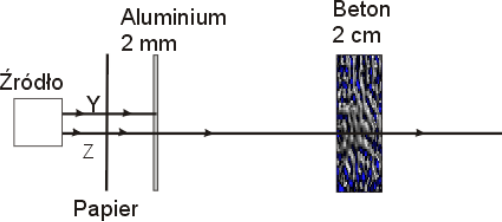
Pierwiastek promieniotwórczy uległ jednemu rozpadowi α i dwóm rozpadom β^- . Jądro pierwiastka otrzymanego po tych rozpadach zawiera:

- 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.

Odp. A

Zadanie 10 (1 pkt)

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

Odp.

Wykorzystanie własności promieniowania jądrowego, odp. C

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

- (a) w jądrze znajduje się równa liczbie protonów liczba elektronów, które to odpychanie neutralizują;
(b) siła Coulomba nie działa w jądrze atomowym;
(c) w jądrze występują silne oddziaływania przeciwdziałające odpychaniu koulombowskiemu;
(d) neutrony w jądrze separują protony od siebie.

Odp. C

Zadanie 9 (2 pkt.)

Przedstaw po dwa argumenty przemawiające za wykorzystywaniem energii jądrowej w energetyce i przeciwko jej wykorzystywaniu.

Zadanie 18 (3 pkt.)

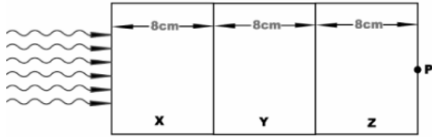
Pierwiastek ${}^A_Z\text{X}$ doznaje rozpadu α a następnie dwóch kolejnych rozpadów β . Jakie będą wartości liczby masowej i atomowej pierwiastka Y powstałego w wyniku tego ciągu przemian promieniotwórczych. Uzasadnij odpowiedź.

Odp.

Wyjaśnienie na czym polegają rozpady α i β (dla β w dwóch przypadkach β^+ i β^-) dla liczby atomowej i masowej	2
Zapisanie nowej liczby masowej $A_1 = A - 4$ i atomowej $Z_1 = Z - 2$	1

Zadanie 10 (4 pkt.)

Trzy substancje X, Y i Z są wykorzystywane do pochłaniania promieniowania γ . Grubości ich warstwy, dla której następuje polowiczny 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”?



Odp.

Obliczenie zmiany natężenia wiązki po przejściu przez pierwszą warstwę ($I_x = I_0 / 16$)	1
Obliczenie zmiany natężenia wiązki po przejściu przez drugą warstwę ($I_y = I_0 / 4$)	1
Obliczenie zmiany natężenia wiązki po przejściu przez trzecią warstwę ($I_z = I_0 / 2$)	1
Obliczenie natężenia w punkcie P ($I_P = I_0 / 128$)	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.

Odp.

Wykorzystanie do obliczeń zależności.

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Wykorzystanie do obliczeń zależności na wartość pędu.

$$p = mv$$

Zauważenie, że siła Lorentza pełni rolę siły dośrodkowej.

$$e v B = \frac{m v^2}{r} \quad \text{lub} \quad B = \frac{m v}{e r}$$

Obliczenie wartości indukcji magnetycznej i zapisanie tej wartości z jednostką.

$$B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

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 $E = -13,6 \text{ eV}$.

Odp.

Wyznaczenie zmiany energii:

$$\Delta E = 13,6 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \text{ eV}$$

Obliczenie wartości zmiany energii:

$$\Delta E = 1,9 \text{ eV}$$

Obliczenie długości fali:

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 6,54 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 654 \text{ nm}$$

Udzielenie odpowiedzi twierdzącej.

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 $E = 1,6 \cdot 10^{-21} \text{ J}$. (Pomiń efekty relatywistyczne).

Odp.

Wykorzystanie zależności:

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \text{i} \quad E_k = \frac{p^2}{2m}$$

Określenie długości fali:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$$

Obliczenie długości fali:

$$\lambda = 2,87 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Zadanie 23. Fotoemisja (4 pkt)

Na powierzchnię metalu, dla którego praca wyjścia wynosi $W = 1,8 \text{ eV}$, pada:

- a) 500 fotonów o energii 2 eV każdy,
b) 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.

Odp.

a) 500 elektronów

$$0,2 \text{ eV}$$

b) 0 elektronów

$$0 \text{ eV}$$

Uzasadnienie dla punktu a)

np.: energia fotonu jest większa od pracy wyjścia elektronu.

Uzasadnienie dla punktu b)

np.: energia fotonu jest mniejsza od pracy wyjścia elektronu.

Zadanie 19. Fale materii (4 pkt)

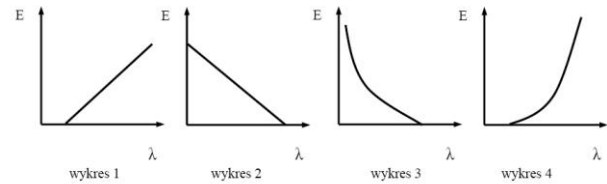
Oblicz energię kinetyczną protonu, któremu można przypisać falę de Broglie'a o długości $2 \cdot 10^{-14} \text{ m}$.

Odp.

$p = m \cdot v = \frac{h}{\lambda}$	1p – zapisanie zależności dla pędu,
$v = \frac{h}{m\lambda}$	1p – wyznaczenie wartości prędkości,
$E_k = \frac{h^2}{2m \cdot \lambda^2}$	1p – wyznaczenie energii kinetycznej,
$E_k = 3,3 \cdot 10^{-13} \text{ J}$	1p – obliczenie wartości energii kinetycznej.

Zadanie 5. (1 pkt)

Zależność maksymalnej energii kinetycznej elektronów, wybitych z katody fotokomórki, od długości fali elektromagnetycznej, padającej na katodę, poprawnie przedstawia wykres



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

Odp. C

Zadanie 20. Atom wodoru (2 pkt)

W atomie wodoru nieoznaczoność położenia elektronu jest równa promieniowi jego orbity w stanie podstawowym, czyli około $5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Oblicz niepewność pomiaru wartości pędu elektronu w tym stanie.

Odp.

1p – skorzystanie z zasady nieoznaczoności Heisenberga

1p – obliczenie wartości niepewności pomiaru pędu i podanie wyniku wraz z jednostką ($\Delta p \geq 2 \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ lub $\Delta p \approx 2 \cdot 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$)

Zadanie 6. (1 pkt)

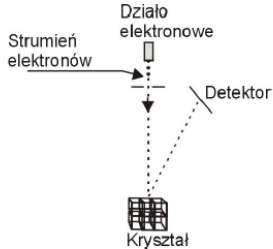
Do elektroskopu przykręcamy płytkę, którą następnie elektryzujemy ujemnie. Po oświetleniu płytki silną wiązką światła obserwujemy, że płytka przestała być naelektryzowana (wskaźnika elektroskopu opada). Zaobserwowaliśmy efekty zjawiska

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

Odp. A

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 $9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Odp.

Zamienia 50 eV na džule; $E = 8 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.

Stosuje wzór $E = \frac{p^2}{2m}$ i zapisuje pęd elektronu

w postaci $p = \sqrt{2mE_k}$.

Zapisuje długość fali de Broglie'a i oblicza jej wartość.

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = 1,75 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

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

- A. jednakowa dla obu cząstek, bo prędkości są jednakowe.
B. większa dla protonu, bo ma on większą masę.
C. mniejsza dla elektronu, bo ma on mniejszą masę.
D. mniejsza dla protonu, bo ma on większą masę.

Odp. D

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.

Odp.

$\lambda = \frac{h}{p}$	1 p. – napisanie równania de Broglie'a
$\lambda = \frac{h}{mv}$	
$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	1 p. – podstawienie wzoru relatywistycznego
$\lambda = \frac{h\sqrt{c^2 - v^2}}{m_0 v c}$	
$\lambda = \frac{0,8h}{m_0 v} = 3,2 \cdot 10^{-12} \text{ [m]}$	1 p. – obliczenie długości fali

Zadanie 8. (1 pkt)

Powstawanie obrazów badanych próbek w mikroskopach elektronowych jest

- A. wynikiem przekazywania energii kinetycznej elektronów atomom próbki.
B. dowodem na istnienie zjawisk optycznych jeszcze nie do końca wyjaśnionych.
C. potwierdzeniem istnienia fal materii (dualizm korpuskularno-falowy).
D. wynikiem przekształcenia się części elektronów na falę świetlną.

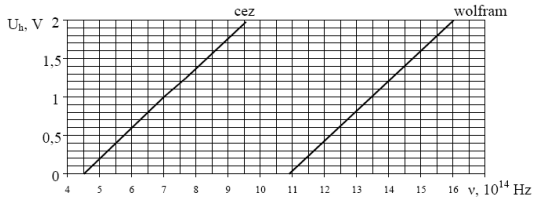
Odp. C

odpowiedź



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.

Odp.

Np.: $v_1 = 7 \cdot 10^{14} \text{ Hz};$ $U_{h1} = 1 \text{ V}$ $v_2 = 12,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz};$ $U_{h2} = 0,6 \text{ V}$ $h\nu_1 = h\nu_{01} + eU_{h1} \Rightarrow h = \frac{eU_{h1}}{v_1 - v_{01}} = 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$	1 p. – odczytanie wartości v_1, v_2, U_{h1}, U_{h2} z wykresu; 1 p. – zapisanie i przekształcenie wzoru Einsteina–Millikana;
lub stwierdzenie, że stała Plancka równa jest tangensowi kąta nachylenia prostych na wykresie	1 p. – obliczenie stałej Plancka
$W = h\nu_{01}$ Np. dla cezu: $\nu_{01} = 4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ $W = h\nu_{01} \approx 3 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2 \text{ eV}$	1 p – zapisanie wzoru na pracę wyjścia; 1 p. – obliczenie dowolnej pracy wyjścia; 1 p. – podanie wyniku w J i eV

Zadanie 9. (1 pkt)

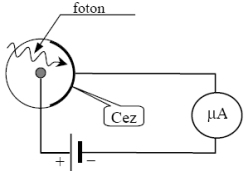
Zasada nieoznaczoności Heisenberga stwierdza, że

- A. im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym dokładniej znamy jej położenie.
B. im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki tym, mniej dokładnie znamy jej położenie.
C. im mniej dokładnie znamy wartość pędu cząstki tym, mniej dokładnie możemy ustalić jej położenie.
D. nie ma związku pomiędzy dokładnościami ustalenia wartości pędu i położenia cząstki.

Odp. B

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 $2,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Odp.

Skorzystanie z zależności $W = h \cdot \nu_0$	1p.
Skorzystanie z zależności $p = \frac{h}{\lambda}$ i $\lambda = \frac{c}{\nu}$	1p.
Obliczenie wartości pędu i zapisanie wyniku wraz z jednostką ($p \approx 9,7 \cdot 10^{-28} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$)	1p.

Zadanie 7. (1 punkt)

Zwiększając 4 krotnie napięcie przyspieszające naładowaną cząstkę spowodujemy, że długość fali de Broglie'a
A) wzrośnie 4 razy.
B) wzrośnie 2 razy.
C) zmaleje 2 razy.
D) zmaleje 4 razy.

Odp. C

Zadanie 15. Fale materii (3 punkty)

Oblicz długość fali materii elektronu poruszającego się z prędkością o wartości $v = 0,6 c$. Uwzględnij efekty relatywistyczne.

Odp.

$\lambda = \frac{h}{mv}$ $v=0,6c$	1
$m = \frac{5}{4} m_0$	1
$\lambda = 3,2 \text{ pm}$	1

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 wylatujących elektronów, jeżeli cez jest oświetlany światłem żółtym o długości fali $\lambda = 0,589 \mu\text{m}$.

Odp.

$h\nu = E_k + W$ $v = \frac{c}{\lambda}$	1
$E_k \approx 1,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	1
$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_e}}$	1
$v \approx 0,63 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	1

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 pomiń.

Odp.

Skorzystanie z zależności $\frac{mv^2}{r} = evB$ i doprowadzenie jej do postaci $\frac{mv}{r} = eB$.	1
Skorzystanie z zależności $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ i uzyskanie związku $B = \frac{h}{r \lambda e}$.	1
Obliczenie wartości wektora indukcji $B \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.	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.

Odp. A

Zadanie 25. (2 pkt)

Na rys. 1. przedstawiono linie spektralne w widmie absorpcyjnym odległej gwiazdy otrzymane za pomocą spektrografu siatkowego. Poniżej na rys. 2. zamieszczono widma emisyjne charakterystyczne dla wybranych atomów.



Po analizie widma 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.

Odp.

Wyjaśnienie na czym polega analiza widmowa.

Np.: Analiza widmowa polega na identyfikowaniu linii widmowych widma danej substancji i na wnioskowaniu na jego podstawie o składzie chemicznym badanej substancji.

Stwierdzenie, że w widmie gwiazdy pojawiają się linie charakterystyczne dla atomów wodoru i helu.

Podanie podstawy zapisania wniosku:

Wszystkie zaznaczone linie w widmach emisyjnych wodoru i helu występują w widmie absorpcyjnym gwiazdy.

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.

Odp. A

Zadanie 4. (1 pkt)

Planety w ruchu dookoła Słońca poruszają się po orbitach będących

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

Odp. C

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 widmo zawiera wyjątkowo dużo absorpcyjnych linii wodoru.

Odp. B

Zadanie 8. (1 pkt)

Zjawisko zaćmienia Słońca może powstać wówczas, gdy

- A. okresowo zmniejsza jasność Słońca.
B. Księżyc przecina orbitę Ziemi.
C. Księżyc znajduje się między Ziemią i Słońcem.
D. Ziemia znajduje się między Księżycem i Słońcem.

Odp. C

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.

Zadanie 9. (1 pkt)

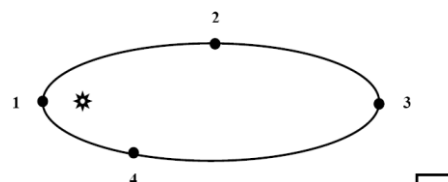
Optyczny teleskop Hubble'a krąży po orbicie okołoziemskiej w odległości około 600 km od powierzchni Ziemi. Umieszczono go tam, aby

- 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.

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



Odp. A

Zadanie 10. (1 pkt)

Urządzeniem do odbioru fal elektromagnetycznych z odległych galaktyk jest

- A) laser.
B) cyklotron.
C) radioteleskop.
D) mikroskop elektronowy.

Odp. C

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 księżycy Saturna - Tytana.
D. badanie planetoid znajdujących się w przestrzeni za Plutonem.

Odp. C

Zadanie 4. (1 punkt)

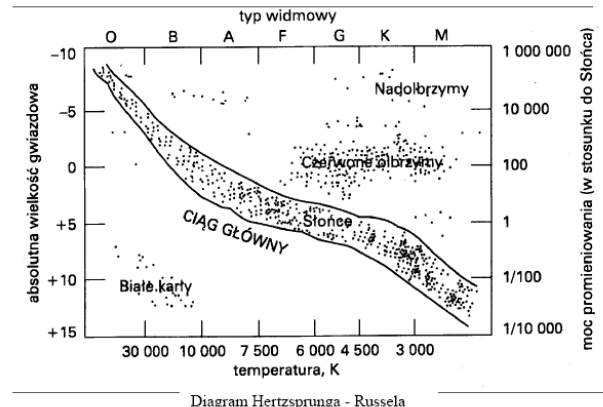
Źródłem energii gwiazd są reakcje

- A) rozszczepienia jąder atomowych.
B) egzotermiczne – chemiczne.
C) syntezy termojądrowej.
D) anihilacji par cząstka – antycząstka.

Odp. C

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 Russela tzw. diagramu Hertzsprunga i Russela nazywanego w skrócie diagramem H – R.



- a) Podaj jak ze wzrostem temperatury gwiazd, leżących na ciągu głównym, zmienia się ich moc promieniowania. (1pkt)
c) Astronomowie prowadząc obserwacje stwierdzili zależność 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. (1pkt)

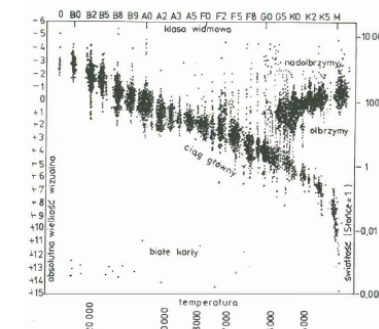
Odp.

1p – podanie zależności (ze wzrostem temperatury gwiazd leżących na ciągu głównym rośnie ich moc promieniowania)

1p – podanie nazwy metody badawczej (metoda indukcyjna)

Zadanie 9. (1 pkt)

Schemat diagramu Hertzsprunga – Russella. zamieszczono poniżej na rysunku.



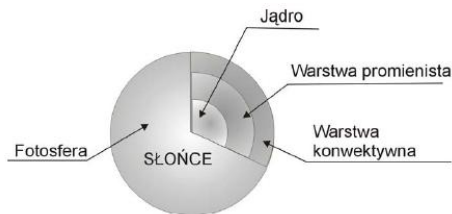
Procion B z gwiazdozbioru Mały Pies jest gwiazdą, której efektywna temperatura powierzchniowa wynosi około 25 000 K, a jasność absolutna tej gwiazdy jest równa $+13^m 00$. Analizując położenie gwiazdy na diagramie można wnioskować, że Procion B

- 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.

Odp. D

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.

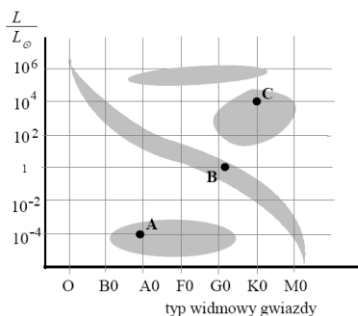
Odp.

Zapisuje, że energia produkowana jest podczas syntezy jąder wodoru w hel.

Stwierdza, że za transport energii z jądra gwiazdy do warstw powierzchniowych odpowiedzialne są dwa zjawiska: promieniowanie i konwekcja.

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 typ 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.

Odp.

Podaje: A – białe karły, B – gwiazdy ciągu głównego, C - olbrzymy

Podaje kolejność: B, C, A

W stanie A gwiazda ma wyższą temperaturę niż w B

W stanie A gwiazda emituje mniej energii niż w B

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.

Odp.

	1 p. – rysunek
Tor Ziemi jest elipsą. Skoro od wiosny do jesieni Ziemia przebywa dłuższą drogę niż od jesieni do wiosny, to znaczy, że w drugim przypadku znajduje się bliżej Słońca.	1 p. – odpowiedź na pytanie

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)

Odp.

Zapisanie III prawa Keplera dla księżyców Saturna

Obliczenie okresu obiegu i podanie wyniku wraz z jednostką

(zadający może podać wynik w postaci z pierwiastkiem)

($T \approx 0,7$ dnia)

Zauważenie, że siła grawitacji jest siłą dośrodkową i zapisanie odpowiednich zależności lub skorzystanie

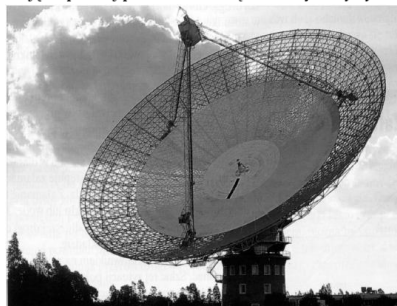
$$z \text{ wyrażenia: } v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}}$$

Wyprowadzenie i zapisanie zależności pozwalającej

$$\text{wyznaczyć masę Saturna: } (M_s = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2})$$

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)

Odp.

a) Podanie nazwy urządzenia – radioteleskop

b) Radioteleskop:

- pracuje pochmurnej pogodzie;
- pracuje w ciągu dnia;
- bada promieniowanie w szerszym obszarze widma niż teleskopy optyczne;
- pokazuje źródła promieniowania radiowego znajdujące się dalej niż obiekty obserwowane w świetle widzialnym;
- umożliwia odbiór sygnałów o mniejszej mocy/natężeniu.

c) Wybranie odpowiedzi: fale radiowe

Zadanie 6. (1 punkt)

Rozblyski słoneczne nie wywołują na Ziemi

- zór polamych.
- zakłóceń łączności radiowej.
- zmian magnetosfery.
- przyływów i odpływów morza.

Odp. D

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.

Odp.

Okres obiegu Słońca wokół środka Drogi Mlecznej $T = 2,5 \cdot 10^8 \text{ lat} = 2,5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^8 \text{ s} \approx 8 \cdot 10^{15} \text{ s}$	1
--	---

$G \frac{M_s M_s}{r^2} = \frac{M_s v^2}{r}$	$M_G = N M_s$	1
---	---------------	---

$N = \frac{4\pi^2 r^3}{G M_s T^2}$	1
------------------------------------	---

$N \approx 5 \cdot 10^{10}$	1
-----------------------------	---

Zadanie 20. Gwiazdy neutronowe (3 punkty)

Podjeżdżają 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.

Odp.

$\frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$	1
---	---

$M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$	1
-------------------------------	---

$M \approx 4,8 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	1
--	---

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.

Odp.

$z = \frac{v}{c}$ $v = z \cdot c$	1
-----------------------------------	---

$v = 9 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 900 \frac{\text{km}}{\text{s}}$	1
---	---

Zadanie 1. (1 pkt)

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

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

Odp. A

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.
- protuberancją.

Odp. C

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:

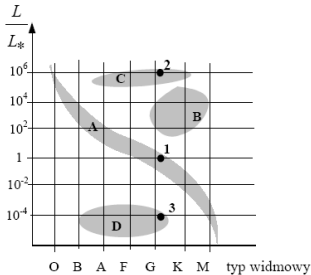
- $v_1 = 2v_2$,
- $v_1 = \sqrt{2} v_2$,
- $v_1 = v_2$,
- $v_1 = 0,5v_2$.

Odp. A

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 $L_{\odot}$, 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 $S_{kuli} = 4\pi R^2$.

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**:

Odp.

Skoro przy tej samej temperaturze gwiazda 2 wysyła 10^6 razy więcej energii niż Słońce to „powierzchnia” gwiazdy 2 musi być też 10^6 razy większa.	1
Ponieważ powierzchnia kuli to $S = 4\pi R^2$ to promień gwiazdy 3 musi być $1000 = 10^3$ razy większy od promienia Słońca.	1
Położenie gwiazdy 3 na diagramie H – R pozwala wyciągnąć wniosek, że jej temperatura jest taka sama jak dla Słońca.	1
Położenie gwiazdy 3 na diagramie H – R pozwala wyciągnąć wniosek, że jej promień jest mniejszy od promienia Słońca.	1

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

Odp.

Z trzeciego prawa Keplera wiemy, że stosunek trzeciej potęgi promienia orbity do kwadratu okresu obiegu planety wokół Słońca jest stały, taki sam dla każdej planety.

A więc $(R_{\text{Jowisz}}/R_{\text{Ziemia}})^3 = (T_{\text{Jowisz}}/T_{\text{Ziemia}})^2$. Stosunek kwadratów okresów wynosi $(12/1)^2 = 144$. Stosunek promieni orbit Jowisza i Ziemi jest więc równy pierwiastkowi trzeciego stopnia z 144, a zatem 5,2.

Odpowiedź A.

Ten sam wynik otrzymamy z równania dynamicznego mówiącego, że rolę siły dośrodkowej spełnia siła grawitacji.

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.

Odp.

Określenie wypadkowej siły równej <u>sił</u> grawitacji	1
Wyrażenie przyspieszenia dośrodkowego przez okres i promień orbity	1
Obliczenie masy Marsa z drugiej zasady dynamiki ($6,5 \cdot 10^{23}$ kg)	1

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) $v_1 = 2v_2$.

Odp. C

Zadanie 10. (1 pkt)

Europejskie Laboratorium Fizyki Cząstek Elementarnych CERN znajduje się na granicy francusko – szwajcarskiej niedaleko Genewy. Z poniżej zamieszczonych stwierdzeń wybierz **nieprawdziwe**.

- A. CERN jest największym międzynarodowym ośrodkiem badawczym fizyki cząstek w Europie.
- B. W CERN-ie za pomocą akceleratorów i detektorów cząstek bada się strukturę materii.
- C. Badania przeprowadzane w CERN-ie mają na celu uzyskanie odpowiedzi na pytanie, co działo się z materią w czasie Wielkiego Wybuchu.
- D. W CERN-ie prowadzi się obserwacje astronomiczne.

Odp. D

Zadanie 20. (2 pkt)

Zapisz nazwy trzech urządzeń wykorzystujących w swym działaniu laser.

Odp.

Proponowane odpowiedzi:

czytnik kodów kreskowych, drukarka laserowa, broń laserowa, nagrywarka CD lub DVD, odtwarzacz CD lub DVD, skalpel laserowy, oftalmoskop laserowy, dalmierz laserowy, interferometr laserowy, mikroobrobarki laserowe, spawarki laserowe, wiertarki laserowe, laser jako źródło światła i inne.

Za wpisanie trzech różnych urządzeń – 2 punkty.

Za wpisanie dwóch różnych urządzeń –1 punkt.

Za wypisanie jednego urządzenia lub brak odpowiedzi – 0 punktów.

Zadanie 8. (1 pkt)

Stosowana przez Izaaka Newtona metoda badawcza, polegająca na wykonywaniu doświadczeń, zbieraniu wyników swoich i cudzych obserwacji, szukaniu w nich regularności, stawianiu hipotez, a następnie uogólnianiu ich poprzez formułowanie praw, to przykład metody

- A. indukcyjnej.
- B. *hipotetyczno-dedukcyjnej*.
- C. indukcyjno-dedukcyjnej.
- D. statystycznej.

Zadanie 25. (2 pkt)

W książce *Zrozumieć przyrodę* R.G. Newtona (Prószyński i S-ka , 1996) przytoczony jest cytat wielkiego francuskiego matematyka Pierre-Simon de Laplace, który w 1795 roku pisał:

Gdyby istniała istota rozumna, która potrafiłaby w jednej chwili objąć swoim umysłem wszystkie siły występujące w przyrodzie oraz stan, w jakim znajdują się wszystkie jej składniki - istota na tyle rozumna, by mogła poddać te dane analizie - ujęłaby ruch największych ciał i najbliższych atomów jednym wzorem; nie byłoby dla niej nic niepewnego, a przyszłość, tak jak przeszłość, jawiłaby się przed jej oczyma.

- i. Podaj nazwę poglądu filozoficznego, według którego można określać zarówno przeszłe jak i przyszłe zachowania ciał czy układów.

- ii. Podaj nazwę zasady, która zaprzecza słowom Laplace'a dotyczącym pewności określenia stanu kwantowo-mechanicznego elektronów w atomie.

Odp.

Zapisuje nazwę teorii - determinizm.	1
Zapisuje nazwę zasady: zasada nieoznaczoności Heisenberga.	1