

4. Pole grawitacyjne. Praca.

Moc.Energia – zadania z arkusza I

4.1

Zadanie 17. (3 pkt)

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

4.2

Zadanie 15. (3 pkt)

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

Wskazówka:

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

4.3

Zadanie 19. (3 pkt)

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

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

4.4

Zadanie 3. (1 pkt)

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

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

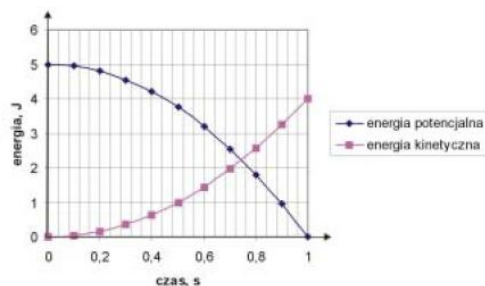
Długość wahadła matematycznego o okresie drgań równym 1 s, będzie największa na

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

4.5

Zadanie 4. (1 pkt)

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



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

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

4.6

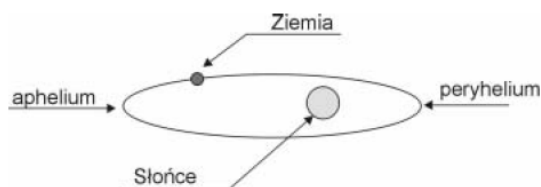
Zadanie 12. (2 pkt)

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

4.7

Zadanie 23. (2 pkt)

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



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

4.8

Zadanie 4. (1 pkt)

Planety w ruchu dookoła Słońca poruszają się po orbitach będących

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

4.9

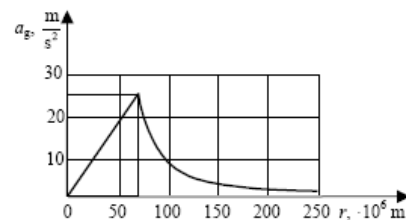
Zadanie 9. Samochód na podnośniku (3 pkt)

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

4.10

Zadanie 11. Pole grawitacyjne planety (2 pkt)

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



4.11

Zadanie 6. (1 pkt)

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

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

4.12

Zadanie 12. Krople deszczu (4 pkt)

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

12.1 (2 pkt)

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

12.2 (2 pkt)

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

4.13

Zadanie 15. Satelita (2 pkt)

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

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

Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiednich zależności.

4.14

Zadanie 16. Pocisk (4 pkt)

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

16.1 (3 pkt)

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

16.2 (1 pkt)

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

4.15

Zadanie 4. (1 pkt)

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

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

4.16

Zadanie 15. Krążek hokejowy (3 pkt)

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

4.17

Zadanie 17. Kulka (4 pkt)

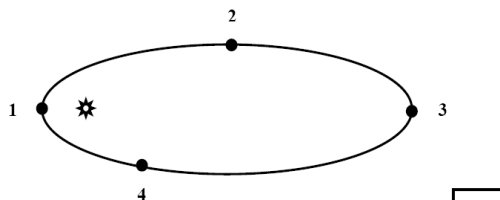
Metalową kulkę zawieszoną na nici o długości 1 m odchyłono o kąt 30° od pionu i puszczono swobodnie. Oblicz wartość prędkości kulki w chwili, gdy znajduje się w najniższym położeniu. Pomiń opory ruchu.

4.18

Zadanie 9. (1 pkt)

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

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



4.19

Zadanie 18. Samochód (2 pkt)

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

4.20

Zadanie 19. Metalowa kulka (5 pkt)

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

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

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

4.21

Zadanie 22. Dwa satelity (4 pkt)

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

4.22

Zadanie 5. (1 pkt)

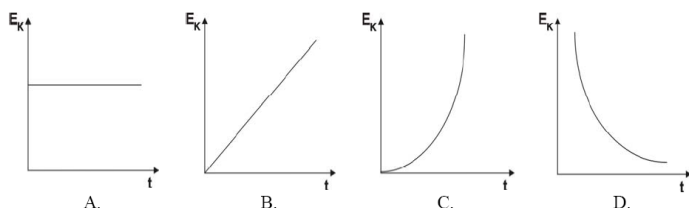
Jeżeli g- oznacza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni planety, a R promień planety to drugą prędkość kosmiczną dla tej planety można zapisać wzorem

- A. $v = \sqrt{2gR}$.
B. $v = \sqrt{\frac{2g}{R}}$.
C. $v = \sqrt{\frac{2R}{g}}$.
D. $v = \sqrt{\frac{gR}{2}}$.

4.23

Zadanie 7. (1 pkt)

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



4.24

Zadanie 2. (1 pkt)

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

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

4.25

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

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

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

4.26

Zadanie 14. (2 pkt)

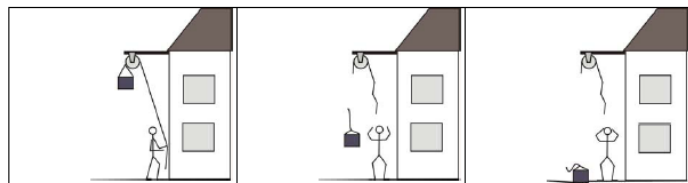
Hustawka, na której siedzi Ania ma okres wahań 8 sekund. W pewnym momencie Ania znajduje się w najwyższym położeniu nad Ziemią. Oblicz czas, po którym od tego momentu Ania będzie poruszać się z maksymalną szybkością. Uzasadnij, dlaczego w tym momencie prędkość będzie największa.



4.27

Zadanie 18. (3 pkt)

Powiedzenie, że w przyrodzie nic nie ginie 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.

4.28

Zadanie 8. (1 pkt)

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

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

4.29

Zadanie 1. (1 pkt)

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

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

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

4.30

Zadanie 3. (1 pkt)

Skrzynię o masie m 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 W₁ i W₂ wykonanych w obu przypadkach możemy powiedzieć, że

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

4.31

Zadanie 4. (1 pkt)

Jeśli ciało rzucone pionowo do góry z prędkością o wartości v₀ wzniosło się na pewną wysokość h blisko powierzchni Ziemi, to na planecie o przyspieszeniu grawitacyjnym 2 razy większym niż na Ziemi wzniosłoby 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 = $\frac{h}{4}$

4.32

Zadanie 8. Prawa Keplera (2 pkt)

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

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

4.33

Zadanie 17. Ruch w polu (4 pkt)

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

4.34

Zadanie 2. (1 pkt)

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

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

4.35

Zadanie 12. Gwiazdy w Galaktyce (4 punkty)

Słońce, którego masa wynosi 2·10³⁰ kg obiega środek Drogi Mlecznej, odległy od nas o 2,2·10²⁰ m w czasie 2,5·10⁸ lat. Przyjmując dla uproszczenia, że wszystkie gwiazdy w Galaktyce mają masę równą masie Słońca, że są one równomiernie rozłożone w kuli o środku w centrum Galaktyki oraz, że Słońce znajduje się na skraju tej kuli, oszacuj liczbę gwiazd w naszej Galaktyce.

4.36

Zadanie 22. Księżyc Saturna (4 pkt)

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

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

- a) Oblicz okres obiegu Epimeteusa. (2 pkt)
b) Zapisz formułę matematyczną, dzięki której można obliczyć masę Saturna wykorzystując dane zawarte w tabeli. (2 pkt)

4.37

Zadanie 2. (1 punkt)

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

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

4.38

Zadanie 5. (1 punkt)

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

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

4.39

Zadanie 17. Stacja nadawcza (3 punkty).

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

4.40

Zadanie 19. Krople deszczu (2 punkty)

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

4.41

Zadanie 20. Gwiazdy neutronowe (3 punkty)

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

4.42

Zadanie 17. Gwóźdź (5 pkt)

Młotek o masie 0,5 kg poruszający się z prędkością o wartości 10 m/s, podczas wbijania gwóźdź w drewno, uderza 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.

4.43

Zadanie 18. Piłeczka (4 pkt)

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

18.1 (2 pkt)

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

18.2 (2 pkt)

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

4.44

Zadanie 2. (1 pkt)

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

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

4.45

Zadanie 6 (1 pkt)

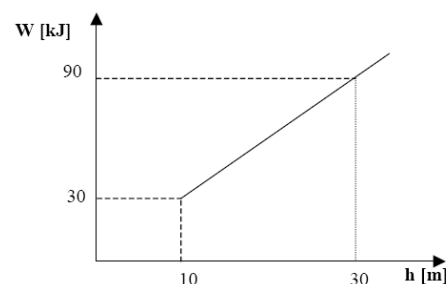
Dwa satelity krążą wokół Ziemi po orbitach kołowych. Masa drugiego satelity i promień jego orbity są dwukrotnie większe niż pierwszego satelity. Prędkości liniowe tych satelitów spełniają zależność:

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

4.46

Zadanie 3. (1 pkt)

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



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

4.47

Zadanie 4. (1 pkt)

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

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

4.48

Zadanie 19. (2 pkt)

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

4.49

Zadanie 10 (1 pkt)

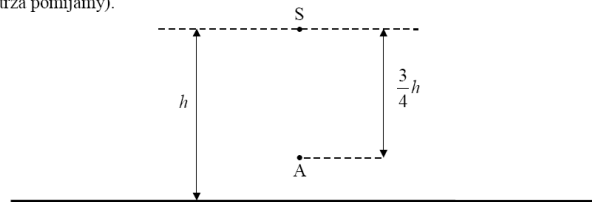
Gwiazda o masie $3 \cdot 10^{30}$ kg wytwarza pole grawitacyjne. W pewnym punkcie tego pola na ciało o masie 3 kg działa siła o wartości 150 N. Natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez gwiazdę ma w tym punkcie pola wartość:

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

4.50

Zadanie 2 (1 pkt)

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



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

4.51

Zadanie 5 (1 pkt)

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

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

4.52

Zadanie 6 (1 pkt)

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.

4.53

Zadanie 13 (3 pkt.) Natężenie ziemskiego pola grawitacyjnego

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

4.54

Zadanie 7 (1 pkt)

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

- $v_1 = 2v_2$,
- $v_1 = \sqrt{2} v_2$,
- $v_1 = v_2$,
- $v_1 = 0,5v_2$.

4.55

Zadanie 15.

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

4.56

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

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



Zadanie 14 (3 pkt.)

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

Zadanie 15 (2 pkt.)

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

Zadanie 16 (2 pkt.)

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

Zadanie 17 (2 pkt.)

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

Zadanie 18 (2 pkt.)

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

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

4.57

Zadanie 12 (3 pkt.)

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

4.58

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

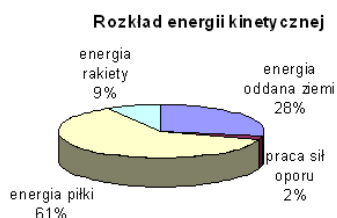
Czas spadania szczyptic wynosił:

- 0,63 s;
- 0,79 s;
- 1,12 s;
- 1,25 s.

4.59

Zadanie 16 (3 pkt)

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



Oblicz, na jaką wysokość względem punktu wyrzucenia wzniesie się piłka, jeżeli jej masa wynosi $0,06 \text{ kg}$.

4.60

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.

4.61

Zadanie 19 (3 pkt.)

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

4.62

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

Lp.	Odległość od powierzchni Marsa [km]	Wartość natężenia pola grawitacyjnego Marsa [N/kg]
1	0	3,71
2	18	3,67
3	36	3,63
4	54	3,59
5	72	3,56
6	90	3,52
7	3400	2,97
8	6000	0,49

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

4.63

Zadanie 4.

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

4.64

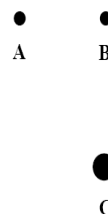
13. Piłka (3 pkt)

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

4.65

14. Kule (3 pkt)

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



Oblicz wartość wypadkowej siły grawitacji działającej na kulę B.

4.66

15. Pierwsza prędkość kosmiczna (2 pkt)

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

4.67

16. Mars (4 pkt)

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

16.1. (2 pkt)

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

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

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

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

16.2. (2 pkt)

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

Pole grawitacyjne. Praca.

Moc.Energia – zadania z arkusza II

4.68

Zadanie 25. (wahadło)

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

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

Zadanie 25.1. (4 pkt)

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

Zadanie 25.2. (4 pkt)

Zapisz w punktach czynności wykonywane przez uczniów podczas doświadczenia.

Zadanie 25.3. (2 pkt)

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

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

mierzonej wielkości, A_p - średnia wartość wyznaczanej wielkości).

Zadanie 25.4. (2 pkt)

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

4.69

Zadanie 27. Rakieta (9 pkt)

27.1 (3 pkt)

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

27.2 (2 pkt)

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

27.3 (2 pkt)

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

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

27.4 (2 pkt)

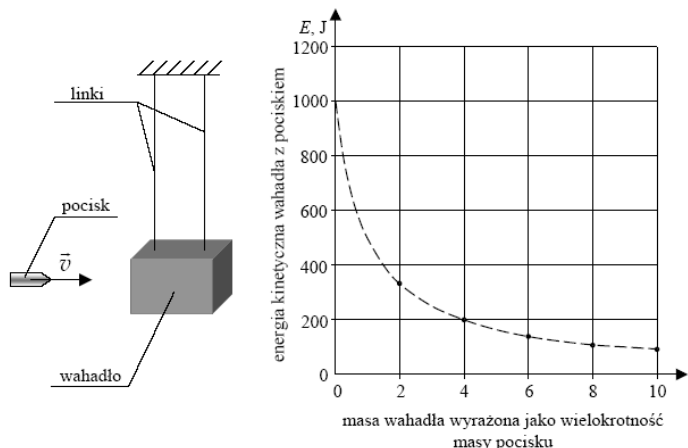
Podaj, w którym z przypadków opisanych w zadaniu 27.3 wprowadzenie sztucznego satelity na orbitę jest bardziej ekonomiczne. Odpowiedź uzasadnij.

4.70

Zadanie 22. Wahadło balistyczne (10 pkt)

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

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



22.1 (3 pkt)

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

22.2 (3 pkt)

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

22.3 (4 pkt)

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

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

4.71

Zadanie 23. Układ Słoneczny (6 pkt)

W tabeli przedstawiono względne wielkości charakteryzujące niektóre planety Układu Słonecznego.

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

Wykaz słuszność trzeciego prawa Keplera. W tym celu:

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

$$O \text{ } 0X - \dots \dots \dots O \text{ } 0Y - \dots \dots \dots \quad (1 \text{ pkt})$$

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

- Narysuj wykres funkcji. (1 pkt)

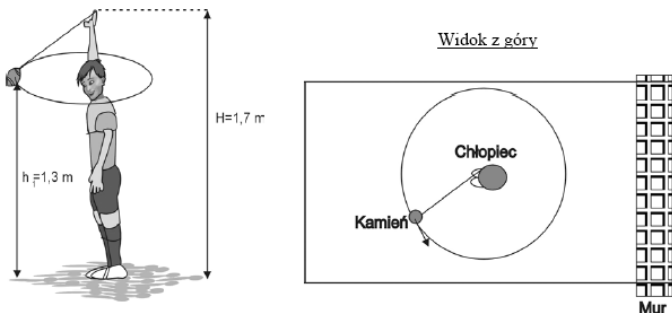
- Na podstawie otrzymanego wykresu przeprowadź uzasadnienie słuszności trzeciego prawa Keplera. (1 pkt)

4.72

Zadanie 25. Chłopiec (11 pkt)

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

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



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

- W pewnej chwili płaszczyzna okręgu, w której poruszał się kamień, znajdowała się na wysokości 1,5 m od podłoża a kamień poruszał się z prędkością o wartości $7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. W pobliżu

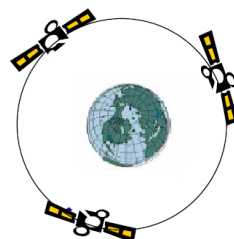
chłopca znajduje się ściana budynku (Mur na rys.). Oblicz, jaka może być najmniejsza odległość między chłopcem a ścianą, aby w przypadku zerwania się sznurka w momencie, gdy kierunek wektora prędkości kamienia jest prostopadły do ściany, kamień w nią nie uderzył. (3 pkt)

4.73

Zadanie 25. (10 pkt) SATELITY

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

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

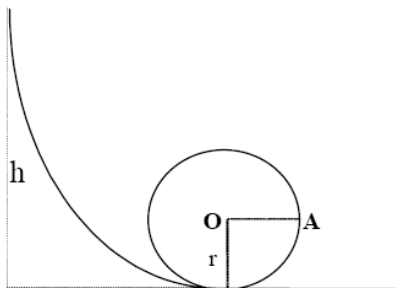


- b) (3 pkt) Wykaż, że jeżeli promień orbity takiego satelity wynosi 42 300 km, to prędkość z jaką krąży, wynosi około 3,08 km/s.
- c) (3 pkt) W wyniku błędu obsługi inna firma ulokowała na takiej samej orbicie satelitę telekomunikacyjnego o masie dwa razy mniejszej i poruszającego się w przeciwną stronę.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

4.74

„Diabelska pętla”

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



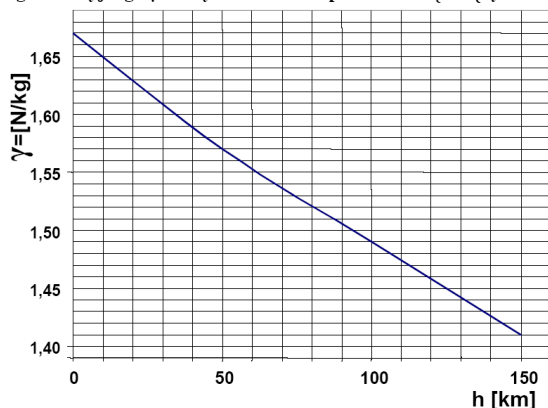
20. Oblicz siłę nacisku samochodziku o masie 150 g w punkcie A pętli, jeżeli zaczyna on ruch na wysokości h .
21. Ustal, czy konstruktor dobrze zaprojektował „Diabelską pętlę”, tzn. czy samochodzik ustawiony na wysokości h przejedzie przez najwyższy punkt pętli? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.

4.75

„Misja księżycowa”

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

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

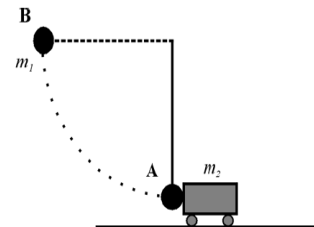


30. Na podstawie danych zebranych przez lądownik oblicz masę Księżyca.
31. Oblicz, o ile procent jest mniejsza siła grawitacji działająca na kosmonautę o masie 200 kg wraz z ekwipunkiem przebywającego w orbiterze znajdującym się na orbicie, od siły grawitacji działającej na tego samego kosmonautę przebywającego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

4.76

Zadanie 1. Kulka i wózek (12 pkt)

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



1.1 (2 pkt)

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

1.2 (2 pkt)

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

1.3 (2 pkt)

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

Wartości prędkości ciał po zderzeniu można obliczyć stosując wzory:

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

gdzie wartości prędkości dla obu ciał oznaczono odpowiednio:

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

1.4 (2 pkt)

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

1.5 (2 pkt)

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

1.6 (2 pkt)

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

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

Pole grawitacyjne. Praca.

Moc.Energia – inne zadania

4.77

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

4.78

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

4.79

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

4.80

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

4.81

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

4.82

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

4.83

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

4.84

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

4.85

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

a) oblicz energię jaką piłka otrzymała od piłkarza

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

4.86

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

4.87

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

4.88

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

4.89

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

4.90

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

4.91

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

4.92

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

4.93

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

4.94

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

4.95

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

4.96

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

4.97

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

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

4.98

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

a) zmniejszyła się dwukrotnie;

b) zwiększyła się dwukrotnie?

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

4.99

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

4.100

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

4.101

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

4.102

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

4.103

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

4.104

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

4.105

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

4.106

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

4.107

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

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