

Informatyka
Studia niestacjonarne
Fizyka 1.1B

Listy zadań

I. Praca i moc – ruch postępowy/ruch obrotowy. Twierdzenie o równoważności pracy i energii kinetycznej

- Ojciec, goniący syna, ma energię kinetyczną dwa razy mniejszą niż syn, który ma masę dwukrotnie mniejszą niż ojciec. Ojciec zwiększa prędkość o 1 m/s, po czym ma taką samą energię kinetyczną jak syn. Wyznacz pierwotną prędkość: a) ojca, b) syna.
- Blok kry lodowej doznaje przemieszczenia $\mathbf{d} = (15\text{m})\hat{\mathbf{i}} - (12\text{m})\hat{\mathbf{j}}$ wzdłuż nabrzeża, popychany przez prąd wody, która działa na niego siłą $\mathbf{F} = (210\text{ N})\hat{\mathbf{i}} - (150\text{ N})\hat{\mathbf{j}}$. Jaką pracę wykonuje ta siła nad blokiem podczas tego przemieszczenia?
- Sanki, których masa wraz z saneczkarzem wynosi 85 kg, zjeżdżają z toru zjazdowego na poziomy odcinek końcowy toru z prędkością 37 m/s, po czym – aby się zatrzymać – są hamowane ze stałym przyspieszeniem 2 m/s^2 . a) Jaka jest wartość siły F hamującej sanki? b) Jaką drogę d przebędą sanki do zatrzymania? c) Jaką pracę W wykona nad nimi siła hamująca? Wyznacz d) F , e) d , f) W dla przyspieszenia hamującego o wartości 4 m/s^2 .
- Siła działa na ciało o masie 3 kg, tak że położenie ciała zależy od czasu, zgodnie z równaniem: $x = 3t - 4t^2$, gdzie x jest wyrażone w metrach, a t – w sekundach. Oblicz pracę wykonaną nad ciałem przez tę siłę, w przedziale czasu od $t = 0$ do $t = 4\text{ s}$. Wskazówka: wyznacz prędkość ciała w chwili początkowej i końcowej.
- Blok lodu o masie 45 kg ześlizguje się bez tarcia po pochylni o długości 1,5 m i wysokości 0,91 m. Robotnik pcha blok w górę, równoległe do pochylni, dzięki czemu blok ześlizguje się ze stałą prędkością. a) Wyznacz wartość siły przykładanej przez robotnika. Jaką pracę wykonuje nad blokiem: b) siła przyłożona przez robotnika, c) działająca na blok siła ciężkości, d) siła normalna działająca na blok ze strony pochylni, e) siła wypadkowa działająca na blok?
- Śmigłowiec wyląwia z oceanu astronautkę o masie 72 kg, wyciągając ją za pomocą liny na wysokość 15 m. Astronautka porusza się przy tym z przyspieszeniem $g/10$. Jaką pracę wykona nad astronautką: a) siła przyłożona ze śmigłowca, b) działająca na nią siła ciężkości? Jaka będzie w chwili dotarcia astronautki do śmigłowca jej: c) energia kinetyczna, d) prędkość?
- Na cząstkę działa siła skierowana wzdłuż osi x , dana wyrażeniem $F = F_0(x/x_0 - 1)$. Wyznacz pracę, wykonaną przez tę siłę w czasie przemieszczania cząstki z punktu o współrzędnej $x=0$ do $x=x_0$: a) sporządzając wykres $F(x)$ i wyznaczając pracę z tego wykresu, b) całkując $F(x)$.
- Klocek o masie 1,5 kg spoczywa początkowo na poziomej powierzchni, po której może się poruszać bez tarcia. W pewnej chwili zostaje do niego przyłożona poziomo siła, skierowana w dodatnim kierunku osi x . Siła jest dana wzorem: $\mathbf{F}(x) = (2,5 - x^2)\hat{\mathbf{i}}\text{ N}$, przy czym x jest wyrażone w metrach, a $x = 0$ oznacza położenie początkowe klocka. a) Jaką energię kinetyczną ma klocek w chwili, gdy mija punkt $x = 2\text{ m}$? b) Ile wynosi maksymalna energia kinetyczna klocka w czasie ruchu od $x = 0$ do $x = 2\text{ m}$?
- Jaka pracę wykonuje siła $\mathbf{F} = (2x\text{ N})\hat{\mathbf{i}} + (3\text{ N})\hat{\mathbf{j}}$, gdzie x jest wyrażone w metrach, przemieszczając cząsteczkę z punktu: $\mathbf{r}_{\text{pocz}} = (2\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (3\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$ do punktu: $\mathbf{r}_{\text{końc}} = -(4\text{ m})\hat{\mathbf{i}} - (3\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$?

10. Siła zewnętrzna o wartości 122 N skierowana ukośnie w górę pod kątem 37° do poziomu ciągnie po poziomej podłodze klocek o masie 100 kg ze stałą prędkością o wartości 5 m/s. Jaką pracę wykonuje ta siła nad klockiem w jednostce czasu?
11. Koń ciągnie powóz z prędkością 10 km/h, działając na niego siłą o wartości 180 N, skierowaną pod kątem 30° w górę od poziomu. a) Jaką pracę wykonuje ta siła w ciągu 10 min? b) Ile wynosi średnia moc (w koniach mechanicznych), związana z działaniem tej siły?
12. Ciało o masie 2 kg, znajdujące się początkowo w spoczynku zostaje wprowadzone w ruch jednostajnie przyspieszony w poziomie i osiąga prędkość o wartości 10 m/s w czasie 3 s. a) Jaką pracę nad ciałem wykonuje w ciągu 3 s siła nadająca mu przyspieszenie? Ile wynosi związana z działaniem tej siły moc chwilowa: b) na końcu tego przedziału czasu, c) w połowie tego przedziału czasu?
13. Koło o masie 32 kg, które można uważać za cienką obręcz o promieniu 1,2 m, obraca się z prędkością 280 obrotów/min. Trzeba je zatrzymać w czasie 15 s. a) Jaką pracę należy przy tym wykonać? Jaka średnia moc jest do tego potrzebna?
14. Cienki pręt o długości L i masie m zawieszono swobodnie na jednym z jego końców. Drugi koniec odchyłono w bok, po czym puszczono, umożliwiając prętowi ruch wahadłowy. Pręt przechodzi przez podłoże pionowe z prędkością kątową ω . Wyznacz: a) energię kinetyczną pręta w położeniu pionowym, b) maksymalne wzniesienie środka masy pręta, wyrażając odpowiedzi przez podane wielkości oraz g . Pomiń tarcie i opór powietrza.
15. Oblicz: a) moment siły, b) energię, c) średnią moc, jakie byłyby potrzebne, aby w ciągu 1 dnia rozpędzić Ziemię od stanu spoczynku do jej obecnej prędkości kątowej obrotu wokół osi.
16. Przymiar metrowy ustawiono pionowo, z jednym końcem opartym o podłogę, a następnie umożliwiono mu upadek. Wyznacz prędkość drugiego końca przymiaru w chwili, gdy dociera on do podłogi. Załóż, że koniec oparty o podłogę nie ślizga się po niej.
17. Jednorodny walec o promieniu 10 cm i masie 20 kg umocowano tak, aby mógł się obracać swobodnie wokół osi poziomej, która jest równoległa do osi walca i odległa od niej o 5 cm. a) Ile wynosi moment bezwładności walca względem takiej osi? b) Wyobraź sobie, że walec ustawiono w takim położeniu, że oś walca znajduje się na tej samej wysokości, co podana oś obrotu, a następnie puszczono go swobodnie. Jaka będzie prędkość kątowa walca, gdy jego środek masy będzie miał najniższe położenie?

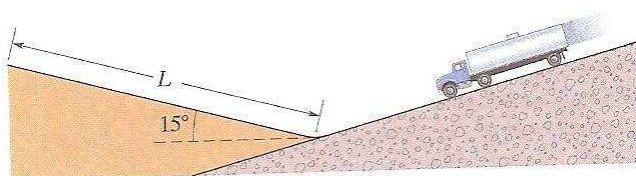
II. Energia potencjalna. Twierdzenie o zmianie całkowitej energii mechanicznej. Zasady zachowania: pędu, momentu pędu, energii.

1. Stojąc w oknie, upuszczasz podręcznik o masie 2 kg, znajdujący się początkowo na wysokości 10 m nad poziomem ulicy, tak aby mogła go złapać koleżanka stojąca na chodniku i trzymająca wyciągnięte ręce na wysokości 1,5 m nad poziomem ulicy. a) Jaką pracę W_g wykona nad podręcznikiem siła ciężkości podczas jego lotu do rąk koleżanki? b) Jaka będzie w czasie tego lotu zmiana grawitacji energii potencjalnej ΔE_p układu podręcznik – Ziemia? Jeśli przyjmiemy, że grawitacyjna energia potencjalna E_p układu jest równa zeru na poziomie ulicy, to ile wynosi ona gdy: c) wypuszczasz podręcznik z rąk, d) podręcznik dociera do rąk koleżanki? Załóż następnie, że na poziomie ulicy E_p wynosi 100 J i wyznacz w tych warunkach: e) W_g , f) ΔE_p , g) E_p na wysokości twoich rąk, f) E_p na wysokości rąk koleżanki.
2. Przeanalizuj jeszcze raz sytuację z zadania 1. a) Jaka jest wartość prędkości podręcznika w chwili, gdy dociera on do rąk twojej koleżanki? b) Ile wyniesie wartość prędkości dla

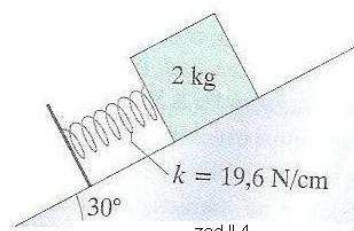
- podręcznika o dwukrotnie większej masie? c) Czy wartość otrzymana jako odpowiedź na pytanie (a) wzrośnie, zmaleje czy pozostanie bez zmiany, jeśli podręcznik nie zostanie puszczony swobodnie, lecz będzie rzucony w dół z pewną różną od zera prędkością początkową?
3. Jak pokazano na rysunku, ciężarówka mające zepsute hamulce pędzi w dół zbocza. W chwili, gdy prędkość pojazdu osiąga wartość 130 km/h, kierowcy udaje się skierować go na drogę wznoszącą się pod kątem 15° , po której ciężarówka jedzie bez tarcia. Masa ciężarówki wynosi 5000 kg. a) Ile musi wynosić co najmniej długość tej drogi L, aby w czasie ruchu po niej ciężarówka zwolniła, aż do prędkości równej zero (przyjmij, że możesz potraktować ciężarówkę jako cząstkę i uzasadnij to założenie)? Czy minimalna długość drogi L wzrośnie, zmaleje, czy pozostanie bez zmiany, jeśli: b) zmniejszymy masę ciężarówki, c) zmniejszymy prędkość ciężarówki?
 4. Klocek o masie 2 kg leży na swobodnym końcu sprężyny na równi pochyłej o nachyleniu 30° . Klocek nie jest przymocowany do sprężyny i może poruszać się po równi bez tarcia. Sprężyna, której siła sprężystości wynosi 19,6 N/cm, zostaje ściśnięta o 20 cm, a następnie zwolniona. a) Ile wynosi energia potencjalna sprężystości ściśniętej sprężyny? b) Ile wynosi zmiana grawitacyjnej energii potencjalnej układu klocek – Ziemia w czasie ruchu klocka od punktu, w którym znajduje się on w chwili zwolnienia sprężyny do punktu jego największego wzniesienia po równi? c) Jaką drogę przebędzie klocek wzdłuż równi od chwili zwolnienia sprężyny do chwili osiągnięcia przez niego największej wysokości?
 5. Na cząstkę o masie 2 kg, poruszającą się wzdłuż osi X, działa siła zachowawcza $F(x)$. Wykres energii potencjalnej $E_p(x)$, związanej z działaniem tej siły $F(x)$, przedstawiono na rysunku. Gdy cząstka znajduje się w punkcie $x = 2\text{ m}$, jej prędkość wynosi $-1,5\text{ m/s}$. a) Jaka jest wartość i kierunek siły $F(x)$ w tym punkcie? b) Jakie są wartości graniczne x , między którymi, może poruszać się ta cząstka? c) Jaka jest wartość prędkości cząstki w punkcie $x = 7\text{ m}$?
 6. Na cząstkę o masie 1 kg, poruszającą się wzdłuż osi x , działa tylko jedna siła zachowawcza $F(x)$. Energia potencjalna $E_p(x)$ związana z działaniem siły $F(x)$, jest dana wzorem: $E_p(x) = -4xe^{-x/4}\text{ J}$, przy czym x wyrażono w metrach. W punkcie o współrzędnej $x=5\text{ m}$ cząstka ma energię kinetyczną równą 2J. a) Ile wynosi energia mechaniczna układu? b) Sporządź wykres $E_p(x)$ dla $0 \leq x \leq 10\text{ m}$ i narysuj na nim prostą przedstawiającą energię mechaniczną układu. Na podstawie tego wykresu wyznacz: c) najmniejszą, d) największą wartość współrzędnej x punktów, w których może znajdować się cząstka w czasie ruchu. Wyznacz również: e) największą wartość energii kinetycznej cząstki, f) współrzędną x punktu, w którym energia kinetyczna cząstki przybiera tę wartość, g) Znajdź równanie, przedstawiające zależności $F(x)$, h) Dla jakiej (skończonej) wartości x zachodzi równość: $F(x) = 0$?
 7. Klocek o masie 3,57 kg jest ciągnięty za pomocą liny po poziomej podłodze, na drodze 4,06 m. Siła działająca na klocek ze strony liny, jest skierowana pod kątem 15° w górę od poziomu i ma wartość 7,68 N. Wyznacz: a) pracę wykonaną przez tę siłę, jaką ciągnięta jest lina, b) wzrost energii termicznej układu klocek – podłoga, c) współczynnik tarcia kinetycznego między klockiem a podłogą.
 8. Robotnik pcha skrzynkę o masie 27 kg po poziomej podłodze, działając na nią siłą, skierowaną pod kątem 32° w dół od poziomu. Wiedząc, że skrzynia porusza się ze stałą prędkością i przebywa drogę 9,2 m, a współczynnik tarcia kinetycznego między skrzynią a podłogą wynosi 0,2, wyznacz: a) pracę, wykonaną przez siłę, jaką robotnik działa na skrzynię, b) wzrost energii termicznej układu skrzynia – podłoga.
 9. Na rysunku przedstawiono klocek o masie 3,5 kg, wprawiany w ruch przyspieszony przez ściśniętą sprężynę o stałej sprężystości 640 N/m. Gdy sprężyna osiąga długość,

- odpowiadającą stanowi, w którym jest nieodkształcona, klocek odrywa się od niej i porusza się po powierzchni poziomej aż do zatrzymania się przebywając przy tym drogę 7,8 m. Współczynnik tarcia kinetycznego między klockiem a tą powierzchnią wynosi 0,25. a) O ile wzrasta przy tym energia termiczna układu klocek – podłoże? b) Ile wynosi maksymalna energia klocka? c) O ile była ściśnięta sprężyna, gdy rozpoczął się ruch klocka?
10. Tobolek o masie 4 kg rozpoczyna ruch w górę po równi pochyłej, o kącie nachylenia 30° , mając u jej podnóża energię kinetyczną równą 128 J. Jaką drogę przebędzie on po równi, jeśli współczynnik tarcia kinetycznego między tobołkiem a równią wynosi 0,3?
11. Dziewczynka, której ciężar wynosi 267 N, ześlizguje się na placu zabaw po zjeżdżalni o długości 6,1 m i kącie nachylenia 20° do poziomu. Współczynnik tarcia kinetycznego między dzieckiem a zjeżdżalnią wynosi 0,1. a) Ile energii zostaje przy tym zamienione na energię termiczną? b) Jaka jest wartość prędkości dziewczynki na dole zjeżdżalni, jeśli jej prędkość na starcie miała wartość 0,457 m/s?
12. Cząstka może ślizgać się wzdłuż toru, który wznosi się na końcach, a w części środkowej zawiera płaski odcinek o długości L, jak na rysunku. Po łukach na końcu toru cząstka porusza się bez tarcia, natomiast na płaskim odcinku toru występuje tarcie, a współczynnik tarcia kinetycznego między cząstką a torem wynosi $\mu_k = 0,2$. Cząstka zostaje zwolniona z prędkością początkową równą zero, w punkcie A, leżącym na wysokości $h = L/2$ nad płaską częścią toru. Gdzie ta cząstka ostatecznie się zatrzyma?
13. Ciężarówka o masie 2100 kg jadąca na północ z prędkością 41 km/h, skręca w pewnej chwili na wschód i przyspiesza do prędkości 51 km/h. a) Ile wynosi zmiana energii kinetycznej ciężarówki przy tym manewrze? b) wartość, c) kierunek zmiany pędu ciężarówki?
14. Leżący na podłodze człowiek o masie 91 kg rzuca w bok po podłodze kamień o masie 68 g, nadając mu prędkość o wartości 4 m/s. Z jaką prędkością zaczyna się wówczas sam ślizgać po podłodze, jeśli zarówno on, jak i kamień poruszają się po podłodze bez tarcia?
15. Człowiek o masie 75 kg, jedzie wózkiem o masie 39 kg poruszającym się z prędkością 2,3 m/s. W pewnej chwili wyskakuje z wózka, przy czym składowa pozioma jego prędkości względem ziemi jest równa zero. Jak zmienia się przy tym prędkość wózka?
16. Platforma kolejowa o ciężarze W może toczyć się bez tarcia po prostym torze poziomym. Na platformie znajduje się człowiek o ciężarze w. Początkowo człowiek stoi na platformie bez ruchu, a platforma toczy się w prawo z prędkością v_0 . Jak zmienia się prędkość platformy, gdy człowiek zacznie biec po niej w lewo (jak na rysunku) z prędkością v_{wzgl} względem platformy?
17. Kocher o masie 4 kg ślizga się bez tarcia po podłodze. W pewnej chwili rozpada się on na dwie części o masach 2 kg, z których jedna porusza się na północ z prędkością 5 m/s. Ile wynosiła prędkość kochera przed jego rozpadem?
18. Ciało o masie m i prędkości v względem pewnego obserwatora rozpada się na dwie części, z których jedna ma masę trzy razy większą od drugiej. Wybuch następuje w przestrzeni kosmicznej. Cząstka o mniejszej masie zatrzymuje się w układzie obserwatora. Ile wynosi energia przekazana układowi w trakcie wybuchu mierzona w układzie odniesienia obserwatora?
19. Człowiek stoi na platformie, obracającej się bez tarcia z prędkością kątową 1,2 obrotów/s i w każdej z wyciągniętych w bok rąk trzyma cegłę. Moment bezwładności układu złożonego z człowieka, cegieł i platformy względem osi obrotu wynosi $6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Przyciągając cegły do tułowia, człowiek zmniejsza moment bezwładności układu do wartości $2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. a) Ile wynosi prędkość kątowa platformy po wykonaniu przez człowieka tego manewru? b) Ile wynosi stosunek końcowej i początkowej energii kinetycznej układu? c) Kosztem jakiej energii zwiększyła się energia kinetyczna układu?

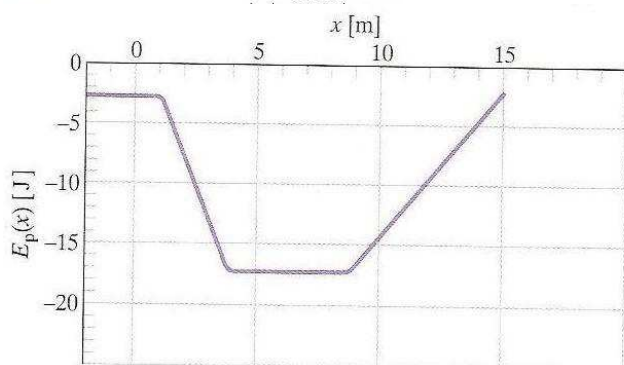
20. Koło obraca się swobodnie z prędkością kątową o wartości 800 obrotów na wale, którego moment bezwładności jest znikomo mały. W pewnej chwili z wałem tym zostaje nagle połączone, pozostające uprzednio w spoczynku, drugie koło, o momencie bezwładności dwa razy mniejszym od pierwszego. a) Ile wynosi końcowa prędkość kąтова z dwoma kołami? b) jaka część pierwotnej energii kinetycznej ruchu obrotowego zostaje stracona?
21. Karaluch o masie m biegnie wzdłuż brzegu stojącej na stole tacy obrotowej o promieniu R i momencie bezwładności I , która może obracać się na łożyskach bez tarcia, wokół pionowej osi. Prędkość karalucha względem stołu wynosi v , a taca obraca się w kierunku ruchu wskazówek zegara, z prędkością kątową ω_0 . W pewnej chwili karaluch dostrzega na swej drodze okruszek chleba i – rzecz jasna – zatrzymuje się przy nim. a) Ile wynosi prędkość kąтова tacy po zatrzymaniu karalucha? b) Czy energia mechaniczna jest zachowana podczas tego manewru?
22. Dziewczynka o masie m_1 stoi na brzegu karuzeli o promieniu R i momencie bezwładności I , która może obracać się bez tarcia. Karuzela nie obraca się gdy w pewnej chwili dziewczynka rzuca poziomo kamień o masie m_2 w kierunku stycznym do zewnętrznej krawędzi karuzeli. Prędkość kamienia względem ziemi jest równa v . Ile wynosi po wyrzuceniu kamienia: a) prędkość kąтова karuzeli, b) prędkość liniowa dziewczynki?
23. Karaluch o masie m leży na skraju jednorodnego krążka o masie $10m$, który może obracać się swobodnie wokół swej osi jak karuzela. Początkowo karaluch i krążek obracają się łącznie z prędkością kątową ω_0 . W pewnej chwili karaluch zaczyna iść ku środkowi krążka i zatrzymuje się w połowie drogi do środka. a) Ile wynosi przy tym zmiana prędkości kątovej układu karaluch – krążek? b) Ile wynosi stosunek energii kinetycznej układu po zmianie położenia karalucha do energii kinetycznej układu przed tym manewrem? c) Dzięki czemu zmienia się energia kinetyczna układu?
24. Jak pokazano na rysunku cząstka o masie m_1 ześlizguje się bez tarcia z wysokości h po pewnej powierzchni, po czym zderza się z końcem jednorodnego pręta pionowego, o masie m_2 i długości d i przykleja się do niego. Pręt może się obracać wokół osi poziomej przechodzącej przez punkt O . Prędkość pręta przybiera wartość równą zero w chwili, gdy pręt jest odchylony od pionu o kąt θ . Wyznacz ten kąt.



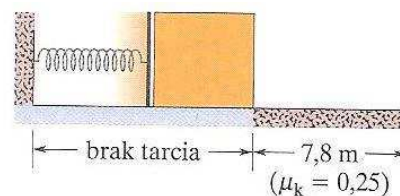
zad. II.3



zad. II.4



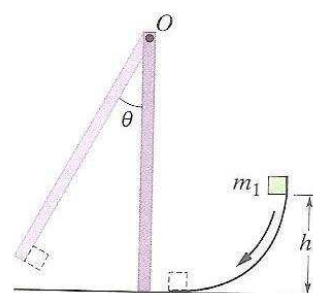
zad. II.5



zad. II.9



zad. II.16



zad. II.24