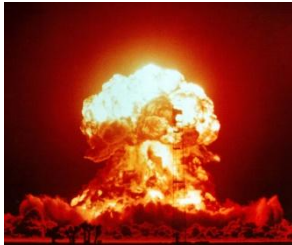


Lista zadań nr 7 – Praca, Moc, Energia, Zasady Zachowania

(2h)



Praca

Zad.7.1 Zespół ratownictwa jaskiniowego wydobywa z jaskini przez pionowy szyb rannego speleologa za pomocą liny nawijanej na bęben przy użyciu silnika. Operacja składa się z trzech faz, w czasie których ranny przebywa drogę 10 m podczas każdej z faz: (a) najpierw nieruchomy speleolog zostaje przyspieszony do prędkości 5 m/s, (b) potem wznosi się on ze stałą prędkością 5 m/s, (c) na koniec jego ruch zostaje spowolniony, aż do prędkości równej zero. Jaką pracę wykonuje nad rannym o masie 80 kg podnosząca go siła w każdej z faz? Jaka moc jest potrzebna aby wykonać pracę na każdym odcinku?

Zad. 7.2 Rozciągnięcie sprężyny o 10 cm wymaga pracy 4 J. Ile potrzeba pracy, aby rozciągnąć tę sprężynę do 20 cm?

Zad. 7.3 Jaką pracę wykona siła $F = At - Bt^2$ działająca na masę $m = 10$ kg w czasie od $t_1 = 2$ s do $t_2 = 7$ s. W momencie przyłożenia siły szybkość masy wynosiła $v_0 = 2$ m/s; $A = 3$ kgm/s³; $B = 2$ kgm/s⁴.

Zad. 7.4

Zad. 7.5

Zderzenia i zasada zachowania energii

Zad.7.6 Wyznacz zmianę pędu klocka o masie 1 kg poruszającego się z przyspieszeniem $\vec{a} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ [m/s], jaką uzyskuje on po 10s ruchu.

Zad. 7.7 Człowiek o masie $m_1 = 60\text{kg}$, biegnący z prędkością $v_1 = 8\text{km/h}$, dogania wózek o masie 90 kg, który jedzie z prędkością $v_2 = 4 \text{ km/h}$ i wskakuje na ten wózek; a) z jaką prędkością będzie poruszał się wózek z człowiekiem? b) Jaka będzie prędkość wózka z człowiekiem w przypadku, gdy człowiek będzie biegł naprzeciw wózka?

Zad. 7.8 W spoczywający na idealnie gładkim stole klocek o masie $M = 0,5\text{kg}$ uderza poruszający się poziomo z prędkością $v = 500\text{m/s}$ pocisk o masie $m = 0,01\text{kg}$. Przebiwszy klocek pocisk porusza się dalej ze zmniejszoną prędkością $v_1 = 300\text{m/s}$. Ile wynosi prędkość u klocka po uderzeniu przez pocisk?

Zad. 7.9 Piłka o masie 150 g poruszająca się z szybkością 6 m/s zderza się ze ścianą tak, że kąt między wektorami prędkości przed i po zderzeniu jest równy 60° . Obliczyć zmianę pędu piłki.

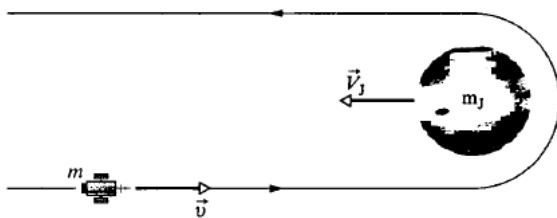
Zad. 7. 10 Uważa się, że krater w Arizonie powstał w wyniku uderzenia meteorytu w Ziemię ($m = 6 \times 10^{24}$ kg) przed mniej więcej 20 tyś. Lat. Szacuje się, że meteoryt ten miał masę około $5 \cdot 10^{10}\text{kg}$ i prędkość około 7200 km/h. Jaką prędkość nadałby Ziemi taki meteoryt w zderzeniu czołowym?

Zad. 7.11 (Rys.1) Pojazd kosmiczny Voyager 2 o masie m i prędkości V względem słońca zbliża się do Jowisza (masa m_j i prędkość V_j wzg. Słońca) jak pokazano na rysunku. Pojazd okrąży planetę i oddala się od niej w kierunku, z którego nadleciał. Wyznacz prędkość pojazdu (wzg. Słońca) po tym manewrze, który można rozpatrywać jako zderzenie. Przyjmij, że $V = 12 \text{ km/s}$, a $V_j = 13 \text{ km/s}$. Masa Jowisza jest znacznie większa od masy pojazdu.

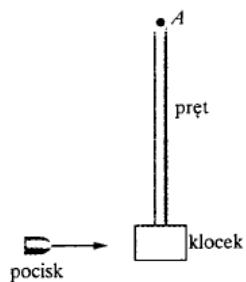
Zad. 7.12* Jak wszyscy wiedzą, kule i inne pociski, wystrzelone w kierunku Supermana po prostu się od niego odbijają. Załóż, że gangster ostrzeliwuje Supermana z pistoletu maszynowego, który wystrzeliwuje pociski o masie $3g$ i prędkości 500m/s z częstotliwością 100 kul/min. Przyjmij ponadto, że wszystkie pociski odbijają się od piersi Supermana dokładnie w kierunku ich padania, a wartość bezwzględna ich prędkości nie ulega przy tym zmianie. Jak jest wartość średniej siły działającej na pierś Supermana ze strony strumienia sił?

Zad.7.13* Jak pokazano na Rys. 2 pocisk o masie 1g trafia w klocek o masie 0.5kg przymocowany do końca niejednorodnego pręta o masie 0.5 kg i długości 0.6m. Układ klocek-pręt-pocisk obraca się następnie wokół stałej osi przechodzącej przez punkt A. Moment bezwładności samego pręta względem tej osi jest równy 0.006 kgm². Przyjmij, że klocek jest dostatecznie mały na to, aby można go uważać za cząstkę na końcu pręta. (a) Ile wynosi moment bezwładności układu klocek-pręt-pocisk względem punktu A? (b) wyznacz prędkość pocisku tuż przed uderzeniem w klocek, wiedząc, że prędkość kątowna układu względem punktu A tuż po zderzeniu pocisku z klokiem była równa 4.5 rad/s.

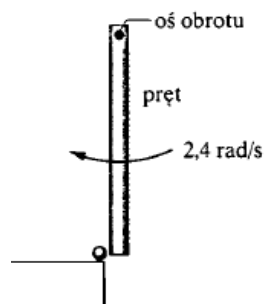
Zad.7.14* Jak pokazano na Rys.3 jednorodny pręt o długości 0.6m i masie 1kg obraca się wokół osi przechodzącej przez jeden z jego końców, względem której jego moment bezwładności wynosi 0.12kgm². Gdy ruchomy koniec pręta przechodzi przez swe najniższe położenie zderza się z małą kulką kitu o masie 0.2 kg, która przykleja się do pręta. Wyznacz prędkość kątowną układu pręt-kit tuż po zderzeniu, wiedząc że prędkość kątowna pręta tuż przed zderzeniem wynosiła 2.4 rad/s.



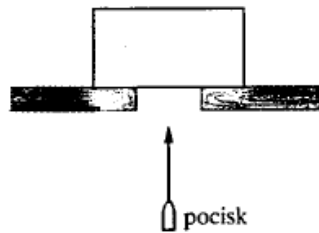
Rys.1



Rys.2



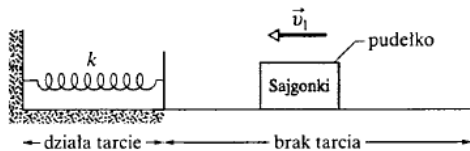
Rys.3



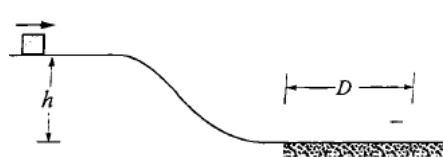
Rys.4

Zad. 7.15 (Rys.4) Pocisk o masie 10 g poruszający się pionowo do góry z prędkością 1000m/s uderza w spoczywający początkowo klocek o masie 5 kg, przebija go i po wyjściu z niego porusza się nadal pionowo do góry, lecz teraz z prędkością 400 m/s. Oblicz maksymalną wysokość na jaką wzniesie się klocek, licząc od jego położenia początkowego ?

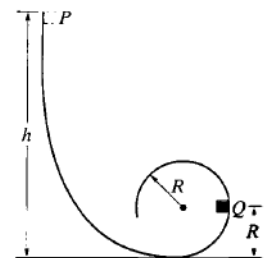
Zad.7.16 Pojazd kosmiczny rozpada się na dwie części w wyniku odpalenia materiału wybuchowego zawartego w łączących je sworzniach. Masy części wynoszą 1200 kg i 1800 kg, a popęd siły, z jaką sworznie działają na każdą z nich jest równy 300 N s. Z jaką względną prędkością oddalają się od siebie części po wybuchu?



Rys.5



Rys.6



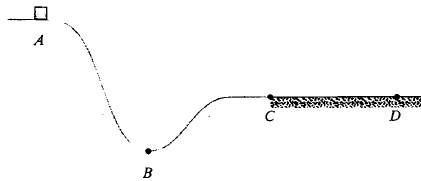
Rys.7

Zad. 7.17 Jak pokazano na Rys. 5 pudełko o masie 2kg ślizga się po blacie z prędkością o wartości $V_1=4\text{m/s}$ i wpada na sprężynę, ściskając ją aż do chwili, gdy jego prędkość spadnie do zera. Przed dotarciem do sprężyny pudełko porusza się po blacie bez tarcia, a potem-gdy ściska sprężynę-działa na nie ze strony blatu siła tarcia kinetycznego o wartości 15 N. Stała sprężystości sprężyny wynosi 10 000N/m. O jaką długość zostaje ściśnięta sprężyna, gdy pudełko osiąga prędkość równą zero ?

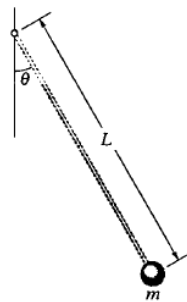
Zad. 7.18 Jak pokazano na Rys.6 klockem ześlizguje się po torze o różnicy poziomów h . Siła tarcia działa na klocek jedynie na dolnym odcinku poziomym toru i powoduje zatrzymanie się klocka po przebyciu drogi D . (a) Czy droga ta zwiększy się, zmniejszy, pozostanie równa D , jeśli zmniejszymy wartość h ?, (b) gdy zmienimy jedynie masę klocka?

Zad.7.19 Jak pokazano na Rys.7 mały klocek o masie m może się ślizgać bez tarcia wzdłuż toru kończącego się kołową pętlą. Klocek zostaje puszczone swobodnie z punktu P znajdującego się na wysokości $h=5R$ na dolnym brzegiem pętli. Jaką pracę wykona nad klockiem siła ciężkości w czasie jego ruchu z punktu P do a) punktu Q, b) najwyższego punktu pętli? Ile wynosi grawitacyjna energia potencjalna układu klocek-Ziemia, gdy klocek znajduje się c) w punkcie P, d) w punkcie Q, e) w najwyższym punkcie pętli, jeżeli przyjęto, że energia ta jest równa zero, gdy kulka znajduje się na dole pętli. F) czy wartości otrzymane jako odpowiedzi na pytania (a)-(e) wzrosną, zmaleją, pozostaną bez zmian gdy klocek zostanie puszczone swobodnie lecz z pewną różną od zera prędkością początkową skierowaną w dół wzdłuż toru?

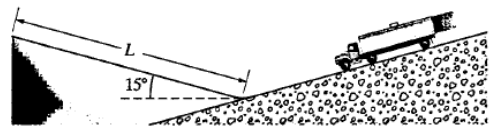
Zad.7.20 Klocek ześlizguje się po torze pokazanym na Rys. 8 przy czym jego ruch z punktu A do C odbywa się bez tarcia, a w obszarze CD na klocek działa siła tarcia. Czy energia kinetyczna klocka rośnie, maleje czy jest bez zmian o obszarze a) AB, b) BC, c)CD? Czy w tych energia mechaniczna klocka rośnie, malej czy pozostaje bez zmian?



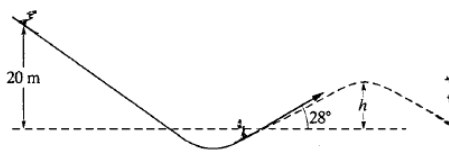
Rys.8



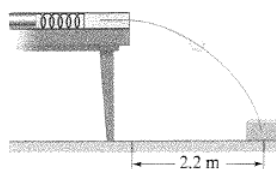
Rys.9



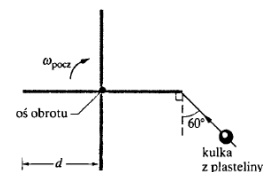
Rys.10



Rys.11



Rys.12



Rys.13

Zad.7.21 Na Rys.9 przedstawiono cienki pręt o długości L i znikomo małej masie, który może obracać się w płaszczyźnie pionowej wokół osi przechodzącej przez jeden z jego końców. Do drugiego końca pręta przymocowana

jest ciężka kulka o masie m . Pręt zostaje odchylony od pionu o kąt Θ i puszczony swobodnie. (a) Ile wynosi praca wykonana nad kulką przez siłę ciężkości? (b) zmiana grawitacyjnej energii potencjalnej układu kulka-Ziemia, gdy kulka porusza się od położenia wyjściowego do najniższego punktu jej toru? (c) ile wynosi energia potencjalna układu w chwili zwolnienia kulki, jeśli przyjęto, że energia ta jest równa zeru, gdy kulka znajduje się w najniższym punkcie jej toru? (d) czy wartości otrzymane jako odpowiedzi a-c zmieniają się gdy zwiększymy kąt Θ ?

Zad.7.22 Jak pokazano na Rys. 10, ciężarówka mająca 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 zeru. Czy minimalna długość drogi L wzrośnie, zmaleje, czy pozostanie bez zmian, jeśli: b) zmniejszymy masę ciężarówki, c) zmniejszymy prędkość ciężarówki?

Zad.7.23 Narciarz o masie 60 kg rusza wzdłuż rozbiegu skoczni narciarskiej o kształcie, pokazanym na Rys.11, przy czym jego punkt startu, w którym pozostawał początkowo w spoczynku znajduje się na wysokości 20m na progu. W chwili oderwania się narciarza od progu jego prędkość początkowa tworzy z poziomem kąt 28° . Pomiń opór powietrza i załóż, że narciarz porusza się po rozbiegu bez tarcia. a) Na jaką maksymalną wysokość h ponad próg wzniesie się narciarz w czasie skoku? b) Czy wartość h zmieni się jeśli narciarz zwiększy swój ciężar?

Zad.7.24 Dwoje dzieci bawi się w ten sposób, że starają się trafić kulką kamienną w małe pudełko leżące na podłodze. Kulka jest wystrzeliana z ustawionej na stole wyrzutni sprężynowej. Pudełko jest odległe w poziomie od krawędzi stołu o 2.2 m (Rys.12). Jaś ścisnął sprężynę o 1.1 cm lecz kulka upadła na podłogę 27 cm przed środkiem pudełka. O jaki odcinek musi ścisnąć sprężynę Małgosia, aby trafić w środek pudełka? Załóż brak tarcia sprężyny i kulki o ścianki wyrzutni.

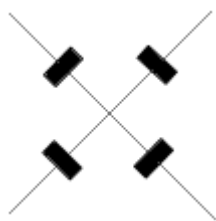
Zad. 7.25P Jak pokazano na Rys.13 na którym widać układ z góry, cztery cienkie, jednorodnie pręty, każdy o masie m_1 i długości $d=0.5m$, połączone z pionową osią, tak że tworzą one kołowrót. Kołowrót ten obraca się wokół przytwierdzonej do podłoża osi, w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu wskazówek zegara, z początkową

prędkością kątową $\omega_{pocz} = -2 \text{ rad/s}$. Kulka z plasteliny o masie $m_2 = 1/3 \text{ m}$ i prędkości początkowej 12 m/s , rzucona wzdłuż toru, pokazanego na rysunku, trafia w koniec jednego z prętów i przykleja się do niego. Ile wynosi końcowa prędkość kątowa ω_{kon} układu kołowrót-kulka?

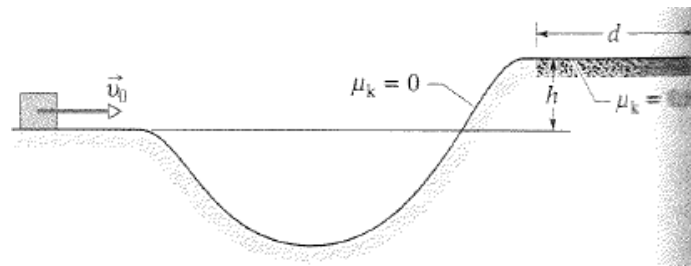
Zad. 7.26 Jak zmieni się energia kinetyczna układu pokazanego na Rys.14, jeżeli zwiększymy w nim dwukrotnie odległość mas od osi obrotu i równocześnie zwiększymy dwa razy prędkość kątową?

Zad. 7.27 Energia potencjalna cząsteczki dwuatomowej (H_2 , O_2) złożonej z dwóch atomów jest dana wzorem:

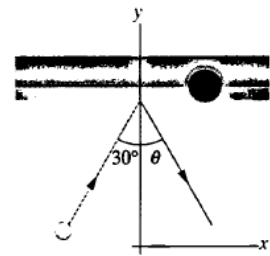
$E_p = A(r^{-12}) - B(r^{-6})$, przy czym r jest odległością dwóch atomów, tworzących cząsteczkę, a A i B stałymi dodatnimi. Ta energia potencjalna jest związana z istnieniem siły, która wiąże ze sobą atomy cząsteczki. a) Wyznacz odległość równowagi tzn. odległość atomów, przy której siła, działająca na każdy z nich jest równa zero. Czy siłą działającą między atomami jest siłą odpychania, czy siłą przyciągania, gdy ich odległość jest: b) mniejsza, c) większa d) odległości równowagi ?



Rys.14



Rys.15

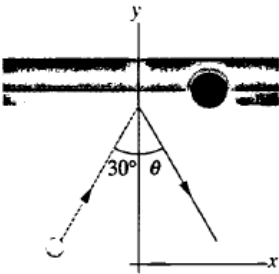


Rys.16

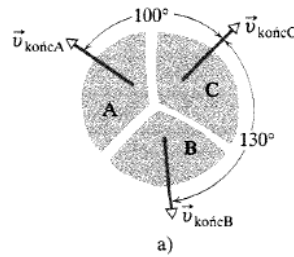
Zad. 7.28 Podczas lawiny kamiennej nieruchomy początkowo blok skalny ześlizguje się po zboczu o długości 500 m i wysokości 300 m . Współczynnik tarcia kinetycznego między blokiem a zboczem wynosi 0.25 . a) Przyjmując c , że grawitacyjna energia potencjalna układu blok-Ziemia (E_p) jest równa zero u podnóża stoku, wyznacz wartość E_p przed ześlizgnięciem się bloku, b) ile energii zostaje zamienione w energię termiczną w czasie ruchu bloku? c) ile wynosi energia kinetyczna bloku u podnóża stoku? d) jaką ma on wtedy prędkość?

Zad. 7.29 Jak pokazano na Rys.15 klocek ześlizguje się po torze mającym na końcach odcinki poziome, a między nimi pewne obniżenie. Tarcie między klokiem a torem występuje jedynie na końcowym poziomym odcinku toru. W wyniku działania siły tarcia klocek zatrzymuje się po przebyciu wzdłuż tego odcinka drogi d . Prędkość początkowa ma wartość 6 m/s , różnica wysokości h poziomych odcinków toru jest równa 1.1 m , a współczynnik tarcia kinetycznego μ_k wynosi 0.6 . Wyznacz wartość d .

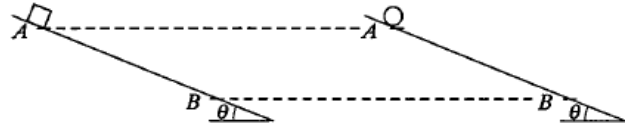
Zad. 7.30 Billa o masie 0.165 kg i prędkości początkowej 2 m/s odbija się od bandy stołu bilardowego jak na Rys.16 (widok z góry). W układzie współrzędnych zaznaczonych na rysunku, składowa y prędkości bili zmienia się przy odbiciu na przeciwną, a jej składowa x nie ulega zmianie. a) ile wynosi kąt Θ , b) ile wynosi zmiana pędu bili zapisana za pomocą wektorów jednostkowych?



Rys.16



Rys.17



Rys.18

Zad.7.31 P Petarda umieszczona wewnątrz orzecha kokosowego o masie m rozrywa go na 3 kawałki, które rozsypują się po podłodze. Przed wybuchem orzech pozostawał w spoczynku, a po wybuchu ruch jego kawałków po podłodze odbywała się bez tarcia. Widok z góry orzecha w chwilę po wybuchu przedstawiono na Rys.17. Kawałek C o masie $0.3m$ porusza się po wybuchu petardy z prędkością 5 m/s.

Zad 7.32 Jak pokazano na Rys.17 klocek ześlizguje się bez tarcia po równi pochyłej, a po drugiej równi – o takim samym kącie nachylenia – stacza się kula. Klocek i kula mają taką samą masę, rozpoczynając ruch od stanu spoczynku w punkcie A i docierają do punktu B. a) czy praca, jaką wykonuje przy tym siła ciężkości nad klokiem jest większa, mniejsza czy taka sama jak nad kulą? Które z tych ciał ma w punkcie B: b) większą energię kinetyczną ruchu postępowego, c) większą składową prędkości wzdłuż równi?

Zad. 7.33 Dwie poziome tarcze wirują wokół pionowej osi przechodzącej przez ich środek. Momenty bezwładności tarcz wynoszą I_1, I_2 a ich prędkości kątowe ω_1 i ω_2 . Po upadku tarczy górnej na dolną obie tarcze (w wyniku działania sił tarcia) obracają się dalej jak jedno ciało. Wyznaczyć:

a) prędkość kątową tarcz po złączeniu;

b) pracę wykonaną przez siły tarcia.

Moc

Zad 57. Auto o masie 1500 kg rusza i przyspiesza jednostajnie do prędkości 10 m/s w czasie 3 sekund. Obliczyć:
a) pracę wykonaną nad autem; b) średnią moc silnika w pierwszych 3 sekundach ruchu; c) moc chwilową dla $t = 2$ sekundy.

Zad.7.21 Szczyt Mount Everestu znajduje się na wysokości 8850m nad poziomem morza. a) jaka energia potrzebna jest alpinście o masie 90kg do pokonania działającej na niego siły ciężkości, przy wejściu z poziomu morza na ten szczyt? b) ile batoników o wartości energetycznej 1.25MJ może dostarczyć alpinście równoważnej jej energii? Uzyskana odpowiedź powinna ci uprzytomnić, że praca wykonana przeciwko sile ciężkości jest bardzo małą częścią energii zużywanej w czasie wspinaczki górskiej.

Zad. 7.22 Luksusowy statek pasażerski Queen Elisabeth 2 jest napędzany generatorem o maksymalnej mocy 92 MW przy prędkości podróźnej 32.5 węzłów. Jaka siłą działa na statek w kierunku ruchu przy tej prędkości (1 węzeł = 1.852 km/h).

Zad.7.23 Lokomotywa o mocy 1.5 MW zwiększa prędkość pociągu z 10 m/s do 25 m/s w czasie 6 minut. a) Oblicz masę pociągu, wyznacz b) prędkość pociągu, c) siłę powodującą przyspieszenie pociągu jako funkcję czasu w ciągu 6 minut, d) oblicz drogę, jaka zostaje przebyta przez pociąg w tym przedziale czasu.