

# FIZYKA

## Kolokwium nr 3 (e-test)

Rozwiązał i opracował: Maciej Kujawa, SKP 2008/09  
(więcej informacji na końcu dokumentu)

### Zad. 1

Z balkonu znajdującego się na wysokości 11m nad ziemią wypadła poduszka o masie 0.25kg. Na poduszkę, oprócz siły grawitacji, działa siła oporu powietrza zależna od jej prędkości. Poduszka spadła na Ziemię z prędkością 12m/s. Ile wynosi wartość pracy jaką wykonała nad poduszką siła oporu powietrza? Wynik podaj w [J] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 9,5)

Energia potencjalna poduszki znajdującej się na balkonie będzie równa sumie energii kinetycznej tuż przed upadkiem oraz pracy siły oporu powietrza:

$$E_p = E_k + W$$

$$E_p = mgh \quad E_k = (1/2) * m * v^2$$

$$mgh = (1/2) * m * v^2 + W$$

$$0.25 * 10 * 11 = (1/2) * 0.25 * 144 + W$$

$$27.5 = 18 + W$$

$$W = 27.5 - 18 = 9.5J$$

### Zad. 2

Jaką wartość pędu posiada klocek o masie 9kg poruszający się z prędkością  $3i + 4j$  [m/s]? Wynik podaj w [kg m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 45)

$$v = [3, 4] \quad |v| = 5$$

$$p = m * v = 9 * 5 = 45$$

### Zad. 3

Człowiek o masie 70kg, biegnący naprzeciw wózka z prędkością 9.5km/h wskakuje na wózek o masie 50kg, jadący z prędkością 4km/h. Ile wynosi wartość prędkości wózka z człowiekiem bezpośrednio po tym jak człowiek wskoczył na wózek? Wynik podaj w [km/h] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 3,9)

Skorzystamy z zasady zachowania pędu (pęd przed zderzeniem = pęd po zderzeniu). Pęd układu przed zderzeniem (znak minus oznacza, że prędkości ciał miały przeciwny zwrot):

$$p = p_{\text{człowieka}} - p_{\text{wózka}} = m_1 * v_1 - m_2 * v_2 = 70 * 9.5 - 50 * 4 = 465$$

Pęd układu po zderzeniu:

$$p' = (m_1 + m_2) * u = 120 * u$$

$$p = p'$$

$$465 = 120u$$

$$u = 3.875 \sim 3.9 \text{ km/h}$$

#### Zad. 4

Kula o masie 15.5g wyrzucona pionowo w górę z prędkością 18m/s, spadła na ziemię z prędkością 2m/s. Ile wynosi praca sił tarcia kuli o powietrze? Wynik podaj w dżulach z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 2,5)

$$\begin{aligned}m &= 0.0155\text{kg} \\v_1 &= 18\text{m/s} \\v_2 &= 2\text{m/s}\end{aligned}$$

Zapisujemy równanie energii:

$$E_{k1} = E_{k2} + W$$

$$E_{k1} = (1/2) * m * v_1^2 = 2.511$$

$$E_{k2} = (1/2) * m * v_2^2 = 0.031$$

$$2.511 = 0.031 + W$$

$$W = 2.511 - 0.031 = 2.48 \sim 2.5\text{J}$$

#### Zad. 5

Kamień o masie 3.5kg spada swobodnie z przyspieszeniem 10 m/s<sup>2</sup>. Ile wynosiła, po 11s lotu, wartość jego pędu wyrażona w jednostkach SI? Wynik podaj z dokładnością do jedności. (Odp. 385)

$$\begin{aligned}m &= 3.5\text{kg} \\a &= 10\text{m/s}^2 \\t &= 11\text{s}\end{aligned}$$

$$v = a * t = 10 * 11 = 110\text{m/s}$$

$$p = m * v = 110 * 3.5 = 385$$

#### Zad. 6

Ciało o masie 0.2kg znajduje się na równi o kącie nachylenia 30. Jaka prędkość należałoby nadać ciału u podnóża równi o długości 4m, aby na jej końcu ciało zatrzymało się, jeśli współczynnik tarcia kinetycznego jest równy 0.4? Wynik podaj w [m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 8,2)

U podnóża równi ciało będzie „miało” tylko energię kinetyczną i ta energia zostanie zamieniona na energię potencjalną (na szczycie równi) oraz pracę siły tarcia:

$$E_k = E_p + W$$

Nie znamy wysokości równi, a jest ona niezbędna do wyznaczenia energii potencjalnej:

$$h/4 = \sin 30 \quad h = \sin 30 * 4 = 2\text{m}$$

Żeby wyznaczyć pracę siły tarcia, musimy znać siłę tarcia oraz drogę, na jakiej działała:

$$W = F * s \quad s = 4\text{m (długość równi)}$$

$$F = mg * \cos 30 * f = 0.2 * 10 * 0.866 * 0.4 = 0.6928$$

Podstawiamy:

$$(1/2) * m * v^2 = mgh + F * s$$

$$0.1 * v^2 = 4 + 2.7712$$

$$v^2 = 67.712 \quad v \sim 8.2\text{m/s}$$

Zad. 7

Ciało o masie 0.8kg wyrzucono ukośnie z prędkością początkową równą 14m/s pod kątem 60 stopni. Ile wynosiła energia kinetyczna ciała w najwyższym punkcie toru? Wynik podaj w dżulach z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 19,6)

Początkowa energia kinetyczna będzie równa sumie energii potencjalnej w najwyższym punkcie oraz energii kinetycznej w tym punkcie. Musimy wyznaczyć wysokość, na jaką wzniesie się ciało:

$$v_y = v \cdot \sin 60 = 14 \cdot \sin 60 = 12.124 \text{ m/s}$$

$$t = v/a = 12.124/10 = 1.2124 \text{ s}$$

$$h = v_y \cdot t - 0.5 \cdot g \cdot t^2 = 7.35 \text{ m}$$

$$E_{k1} = E_{k2} + E_{p2}$$

$$0.5 \cdot m \cdot 14^2 = 0.5 \cdot m \cdot v^2 + mgh \quad | :m$$

$$0.5 \cdot 196 = 0.5 \cdot v^2 + 73.5$$

$$98 - 73.5 = 0.5 \cdot v^2$$

$$49 = v^2$$

$$v = 7 \text{ m/s}$$

$$E_{k\_szukana} = 0.5 \cdot m \cdot v^2$$

$$E_{k\_szukana} = 0.4 \cdot 49 = 19.6 \text{ J}$$

Zad. 8

Jaką wartość pędu posiada klocek o masie 4kg poruszający się z prędkością  $7i+4j$  m/s? Wynik podaj w [kg m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 32,2)

$$m = 4$$

$$|v| = 8.06 \text{ m/s}$$

$$p = m \cdot v = 4 \cdot 8.06 \sim 32.2$$

Zad. 9

Stojące na łyżwach dziecko o masie 44kg trzyma w ręku pakunek o masie 1kg. Tarcie łyżew o lód jest zanedbywalnie małe. W pewnej chwili rzuca ono ten pakunek, poziomo przed siebie z prędkością 30m/s. Wyznacz z jaką prędkością zacznie się poruszać dziecko w wyniku rzucenia pakunku. Wynik podaj w [m/s] z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. (Odp. 0,68)

Pęd przed „zderzeniem”:

$$p = (44 + 1) \cdot 0 = 0$$

$$p = p'$$

$$0 = 44 \cdot v + 30$$

$$-30 = 44v$$

$$|v| \sim 0.68$$

Pęd po „zderzeniu”:

$$p' = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = 44 \cdot v + 30$$

### Zad. 10

Piłkę tenisową o masie 0,1kg upuszczono z wysokości 17m. Wiemy, że po każdym odbiciu traci ona 15% swojej energii mechanicznej. Oblicz wartość prędkości piłki tuż po drugim odbiciu. Wynik podaj w [m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 15,7)

Obliczamy początkową energię piłeczki (potencjalna):

$$E = mgh = 0.1 \cdot 10 \cdot 17 = 17\text{J}$$

Po pierwszym odbiciu:

$$E1 = E \cdot 0.85 = 14.45\text{J}$$

Po drugim odbiciu:

$$E2 = E1 \cdot 0.85 = 12.28\text{J}$$

$$E2 = Ek$$

$$12.28 = 0.5 \cdot 0.1 \cdot v^2$$

$$245.6 = v^2$$

$$v = 15.67 \sim 15.7$$

### Zad. 11

Człowiek o masie 70kg, biegnący z prędkością 8,5km/h dogania i wskakuje na wózek o masie 50kg, jadący z prędkością 4km/h. Ile wynosi wartość prędkości wózka z człowiekiem bezpośrednio po tym jak człowiek wskoczył na wózek? Wynik podaj w [km/h] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 6,6)

Zapisujemy równanie pędu:

$$p = p'$$

$$m1v1 + m2v2 = (m1+m2) \cdot u$$

$$595 + 200 = 120 \cdot u$$

$$u = 6.625 \sim 6.6\text{km/h}$$

### Zad. 12

Piłka o masie 0,9kg lecąca poziomo z prędkością 1,8m/s, uderza o pionową ścianę i odbija się od niej z prędkością 1m/s. Czas zderzenia wynosi 0,1s. Z jaką siłą piłka zadziałała na ścianę? Wynik podaj w N z dokładnością do 1N. (Odp. 25)

$$F = \Delta p / t$$

$$p1 = 0.9 \cdot 1.8 = 1.62$$

$$p2 = 0.9 \cdot (-1) = -0.9$$

$$|\Delta p| = |p2 - p1| = 2.52$$

$$F = 2.52 / 0.1 \sim 25\text{N}$$

### Zad. 13

Ze strzelby o masie 5kg oddano strzał kulą o masie 45g. Prędkość wylatującej z lufy kuli wynosiła 950m/s. Oblicz wartość średniej siły, która działa na ramię strzelca w wyniku strzału. Czas wzajemnego oddziaływania kuli i strzelby wynosi 0,02s. Wynik podaj w N z dokładnością do 10N. (Odp. 2138)

$$p = p'$$

$$F = m \cdot (v/t) = 5 \cdot (8.55/0.02)$$

$$F = 2137.5 \sim 2138\text{N}$$

$$p = 0$$

$$p' = 5 \cdot v - 0.045 \cdot 950 = 5 \cdot v - 42.75$$

$$0 = 5 \cdot v - 42.75$$

$$v = 8.55\text{m/s}$$

### Zad. 14

Kula lecąca poziomo z prędkością 10m/s przebija przeszkodę i dalej porusza się poziomo. W wyniku tego zdarzenia kula zmniejsza swoją energię mechaniczną o połowę. Wyznacz prędkość kuli po przejściu przez przeszkodę. Wynik podaj w [m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 7,1)

$$E_2 = 0.5 \cdot E_1$$

$$0.5 \cdot m \cdot v_2^2 = 0.5 \cdot 0.5 \cdot m \cdot v_1^2 \quad | : (0.5 \cdot m)$$

$$v_2^2 = 0.5 \cdot v_1^2$$

$$v_2^2 = 50$$

$$v \sim 7.1\text{m/s}$$

### Zad. 15

Ze strzelby o masie 5kg oddano strzał kulą o masie 30g. Prędkość wylatującej z lufy kuli wynosiła 700m/s. Z jaką prędkością, w wyniku wystrzału, którego czas wyniósł 0,02 s, strzelba została odrzucona do tyłu? Wynik podaj w [m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 4,2)

$$p = p'$$

$$0 = 5 \cdot v - 0.030 \cdot 700$$

$$0 = 5 \cdot v - 21$$

$$v = 4.2\text{m/s}$$

### Zad. 16

Obciążona kabina windy wznosi się (ruchem jednostajnym) w ciągu 1 min na wysokość 180m. Ile wynosi moc silnika, jeżeli masa kabiny wraz z obciążeniem równa jest 7 ton? Wynik podaj w [kW] z dokładnością do 1kW. (Odp. 210)

$$P = W/t$$

$$P = 12600/60 = 210\text{kW}$$

$$W = \Delta E = mgh = 7 \cdot 10^4 \cdot 180 = 12600\text{kJ}$$

### Zad. 17

Ciało o masie 2kg wyrzucone pionowo do góry posiada na wysokości 1,3m energię kinetyczną 10J. Ile wynosiła prędkość początkowa tego ciała? Wynik w [m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 6,0)

**Energia mechaniczna ( $E_p + E_k$ )** ciała na wysokości  $h = 1.3\text{m}$ :  
 $E = E_p + E_k = mgh + 10\text{J} = 2 \cdot 10 \cdot 1.3 + 10 = 36\text{J}$

Energia kinetyczna na wysokości  $h = 0$  (początkowa):  
 $E = E_{k0} = 0.5 \cdot 2 \cdot v_0^2 = 36\text{J}$   
 $v_0 = 6\text{m/s}$

### Zad. 18

W pewnej chwili, na ciało o masie 2kg pozostające początkowo w spoczynku, zaczęła działać siła 8,5N. Wyznacz energię kinetyczną tego ciała po 9,5s działania tej siły. Wynik podaj w [J] z dokładnością do 1J. (Odp. 1630)

Musimy wyznaczyć prędkość ciała po 9.5s:  
 $a = F/m = 8.5/2 = 4.25\text{m/s}^2$   
 $v = at = 4.25 \cdot 9.5 = 40.375\text{m/s}$

$$E_k = 0.5 \cdot 2 \cdot 40.375^2 \sim 1630\text{J}$$

### Zad. 19

Za pomocą linki przymocowanej do sufitu zawieszono sześcienny klocek o masie 12kg. Masa linki jest zanedbywanie mała w porównaniu do masy klocka. W klocek ten uderza lecący poziomo na wysokości środka masy klocka, pocisk. Prędkość pocisku wynosi 200m/s, a jego masa 0,25kg. Pocisk ten wbija się w klocek i w nim pozostaje. Na jaką wysokość podniesie się klocek wraz z pociskiem w wyniku tego zdarzenia? Wynik podaj w [m] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 0,8)

Ciekawe zadanie ;) Przeanalizujmy:

$$m_1 = 12\text{kg} \quad v_1 = 0$$
$$m_2 = 0.25\text{kg} \quad v_2 = 200\text{m/s}$$

Następuje zderzenie, interesuje nas prędkość klocka ( $u$ ) po zderzeniu, jest ona niezbędna do wyznaczenia jego energii kinetycznej. Zapisujemy równanie pędu ( $p = p'$ ):

$$12 \cdot 0 + 0.25 \cdot 200 = (12 + 0.25) \cdot u$$
$$50 = 12.25 \cdot u$$
$$u = 4.08\text{m/s}$$

Wyznaczamy energię kinetyczną klocka z pociskiem po zderzeniu:

$$E_k = 0.5 \cdot (12 + 0.25) \cdot 4.08^2 = 101.96$$

Korzystając z zasady zachowania energii, obliczamy na jaką wysokość może wznieść się klocek:

$$E_k = E_p \quad 101.96 = 122.5 \cdot h$$
$$101.96 = mgh \quad h = 0.832 \sim 0.8\text{m}$$

Zad. 20

Kula A o masie 1kg porusza się wzdłuż osi OX z prędkością 1,5m/s i zderza się doskonale sprężysto i centralnie ze spoczywającą kulą B o masie 1,8 kg. W wyniku tego zderzenia kula B zaczęła się poruszać z prędkością 0,5 m/s wzdłuż osi OX. Oblicz prędkość kuli A. Wynik podaj w [m/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 0,6)

Zapisujemy równanie pędu:

$$1 \cdot 1.5 + 1.8 \cdot 0 = 1 \cdot v + 1.8 \cdot 0.5$$

$$1.5 = v + 0.9$$

$$v = 0.6 \text{ m/s}$$

Zad. 21

Pęd kulki wzrósł o 16% względem pędu początkowego. Ile razy wzrosła w tym czasie energia kinetyczna tej kulki? Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. (Odp. 1,35)

Wyznaczamy stosunek prędkości  $v_1$  i  $v_2$ , a następnie wstawiamy tą zależność do wzoru na energię kinetyczną i obliczamy iloraz:

$$p_2 = 1.16 \cdot p_1$$

$$m \cdot v_2 = 1.16 \cdot m \cdot v_1$$

$$v_2 = 1.16 \cdot v_1$$

$$E_{k2} : E_{k1} = [1/2 \cdot m \cdot (1.16 \cdot v_1)^2] : [1/2 \cdot m \cdot v_1^2] =$$

$$= 1.3456 \sim 1.35$$

Zad. 22

Pocisk o masie 13g mając początkowo prędkość 90m/s wbił się w drzewo i się w nim zatrzymał po przebyciu drogi 5cm. Ile wynosiła średnia wartość siły oporu (hamowania pocisku) Wynik podaj w [kN] z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. (Odp. 1,05)

Energia kinetyczna pocisku będzie równa pracy siły oporu:

$$E_k = W$$

$$0.5 \cdot 0.013 \cdot 90^2 = F \cdot s$$

$$52.65 = F \cdot 0.05$$

$$F = 1053 \text{ N} \sim 1.05 \text{ kN}$$

Zad. 23

Na nieruchomy klocek o masie 1,5kg zaczęła działać siła wypadkowa o wartości 5N. Jaką energię kinetyczną nadała mu ona w czasie 2s? Wynik podaj w dżulach z dokładnością do 1J. (Odp. 33,3)

$$a = 5/1.5 = 3.33 \text{ m/s}^2$$

$$v = at = 6.66 \text{ m/s}$$

$$E_k = 0.5 \cdot 1.5 \cdot 6.66^2 = 33.2667 \sim 33.3 \text{ J}$$

### Zad. 24

*Piłka o masie 1,3kg, lecąca poziomo z prędkością 2,8m/s, uderza o pionową ścianę i odbija się od niej z prędkością 2m/s. Ile wynosi zmiana pędu piłki? Wynik podaj w [kgm/s] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 6,2)*

$$m = 1.3\text{kg} \quad v_1 = 2.8\text{m/s} \quad v_2 = -2\text{m/s}$$

$$\Delta p = m \cdot \Delta v$$

$$|\Delta v| = v_2 - v_1 = 4.8\text{m/s}$$

$$\Delta p = 1.3 \cdot 4.8 = 6.24 \sim 6.2$$

### Zad. 25

*Ile wynosi praca jaką trzeba wykonać, aby podnieść ciało o masie 10kg na wysokość 0,7m z przyspieszeniem 1m/s<sup>2</sup>? Wynik podaj w dżulach z dokładnością do 1J. (Odp. 77,0)*

$$F = (g+a) \cdot m = 11 \cdot 10 = 110\text{N}$$

$$W = F \cdot s = 110 \cdot 0.7 = 77\text{J}$$

Drugi sposób, praca będzie równa przyrostowi energii potencjalnej oraz pracy siły, nadającej ciało dane przyspieszenie:

$$W = \Delta E_p + W_f$$

$$\Delta E_p = 10 \cdot 10 \cdot 0.7 = 70\text{J}$$

$$W_f = F \cdot s = m \cdot a \cdot s = 10 \cdot 1 \cdot 0.7 = 7\text{J}$$

$$W = 70 + 7 = 77\text{J}$$

### Zad. 26

*Po oblodzonym, płaskim chodniku pchnięto sanie o masie 28kg. Współczynnik tarcia sań jest zanedbywalnie mały. Po pchnięciu poruszają się one ze stałą prędkością 2,4m/s. W chwili przejeżdżania spadł na sanie z drzewa, sopel lodu o masie 4kg, do tej pory wiszący swobodnie. W chwili upadku na sanie prędkość sopla lody wynosiła 8m/s i była skierowana prostopadle do chodnika. Oblicz prędkość sań bezpośrednio po tym zdarzeniu. Wynik podaj w [m/s] z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.*

Niestety brakuje poprawnej odpowiedzi. Osobiście rozwiązałem to tak – wyznaczamy pęd saneczek:

$$p = M \cdot v = 28 \cdot 2.4 = 67.2$$

W momencie, gdy sopel spada na sanie, zwiększa się ich masa, ale prędkość działa w innym kierunku więc nie ma (moim zdaniem :D) znaczenia:

$$p' = (M+m) \cdot u$$

$$p = p'$$

$$67.2 = (28+4) \cdot u$$

$$67.2 = 32 \cdot u$$

$$u = 2.1\text{m/s}$$

### Zad. 27

Piłkę tenisową o masie 0,1kg, upuszczono z wysokości 14m. Wiemy, że po każdym odbiciu traci ona 50% swojej mechanicznej. Oblicz na jaką wysokość wzniosła się piłka tuż po drugim odbiciu. Wynik podaj w [m] z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 3,5)

$$m = 0.1\text{kg}$$

$$h = 14\text{m}$$

Początkowa energia kulki:

$$E_0 = mgh = 0.1 \cdot 10 \cdot 14 = 14\text{J}$$

Po pierwszym odbiciu:

$$E_1 = 0.5 \cdot E_0 = 7\text{J}$$

Po drugim odbiciu:

$$E_2 = 0.5 \cdot E_1 = 3.5\text{J}$$

Dysponując taką energią (E2), kulka mogła wznieść się na wysokość:

$$E_2 = mgh$$

$$h = E_2/mg = 3.5\text{m}$$

### Zad. 28

Klocek o masie 1kg poruszał się bez tarcia po powierzchni stołu z prędkością początkową 65m/s. Po 1s zaczęła działać na niego stała siła skierowana przeciwnie do kierunku ruchu. W wyniku działania tej siły w ciągu kolejnych 10s pęd tego ciała zmalał do wartości 20 kg m/s. Ile wynosiła wartość tej siły? Wynik podaj w N z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku. (Odp. 4,5)

$$F = \Delta p/t$$

$$F = 45/10 = 4.5\text{N}$$

$$p_1 = m \cdot v_1 = 65$$

$$p_2 = 20$$

$$|\Delta p| = 45$$

## **PARĘ SŁÓW NA KONIEC**

Powyższe zadania pochodzą z testu przygotowującego do trzeciego kolokwium (etestu) z Fizyki 1 dla SKP. Nie jestem autorem zadań, ani ilustracji do ich treści. Moje rozwiązania nie przeszły żadnej korekty błędów (poza sprawdzeniem zgodności z poprawnymi odpowiedziami), mają służyć celom edukacyjnym ;-). Większość wyników została zaokrąglona, zgodnie z wymaganiami etestu. W przypadku jakichkolwiek uwag/pytań/sugestii pisz śmiało na:

*maciejkujawa@student.pwr.wroc.pl*