

POMORSKA LIGA ZADANIOWA ZDOLNI Z POMORZA

Konkurs dla uczniów dla uczniów klas szkół ponadgimnazjalnych województwa pomorskiego w roku szkolnym 2018/2019

Etap I – kwalifikacyjny

Przedmiot: F I Z Y K A

INSTRUKCJA DLA NAUCZYCIELA

Zadanie 1 - rozwiązanie

Jeśli przyspieszenie ciała wynosi po jednej sekundzie ruchu 0,2 c/s, to po tej sekundzie osiągnie ono prędkość o wartości :

$$v = v_0 + a \cdot t^2 = 0,8 \cdot c + \frac{0,2 \cdot c \cdot 1^2}{2} = c,$$

a więc – prędkość światła. Nie jest to jednak możliwe, bo z punktu widzenia szczególnej teorii względności ciało o określonej masie nie może poruszać się z prędkością światła. Jeśli obiekt z treści zadania ma prędkość początkową mniejszą niż prędkość światła, to znaczy, że ma on niezerową masę. Żadna siła nie może spowodować, aby taki obiekt zwiększał swoje przyspieszenie o 0,2 c w ciągu jednej sekundy, mając początkową prędkość równą 0,8 c.

Proponowana punktacja :

- za poprawne wyznaczenie końcowej prędkości 2 punkty,
- za poprawną dyskusję 4 punkty.

Razem : 6 punktów

Zadanie 2 - rozwiązanie

a) Z równania podanego w tekście zadania - $v_0 = 40$ m/s.

b) $\frac{a}{2} = -2,5$ czyli przyspieszenie samochodu wynosi -5 m/s².

c) Droga po 2 sekundach hamowania : $S_2 = 40 \cdot 2 - \frac{5 \cdot 2^2}{2} = 70$,
czyli $S_2 = 70$ m.

Droga po pierwszej sekundzie hamowania : $S_1 = 40 \cdot 1 - \frac{5 \cdot 1^2}{2} =$
37,5 m,

czyli $S_1 = 37,5$ m.

W drugiej sekundzie samochód przejechał więc drogę $S_2 - S_1 =$
 $= 32,5$ m, a więc jego prędkość średnia w tej sekundzie była
równa 32,5 m/s.

d) $v = v_0 - at$ skąd $t = \frac{v - v_0}{a}$.

W zadaniu prędkość końcowa ma być równa zero, czyli

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{40}{5} = 8$$

A więc czas hamowania to 8 sekund.

e) Całkowita droga hamowania : $S = v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2} = 40 \cdot 8 - \frac{5 \cdot 8^2}{2} =$
160.

Czyli całkowita droga hamowania wynosi 160 metrów.

Proponowana punktacja :

- za prawidłowe wyliczenia w każdym poleceniu zadania 1 punkt.

Razem : 5 punktów

Zadanie 3 - rozwiązanie

Warunek dla ruchu cząstki z ładunkiem elektrycznym, poruszającej się w polu magnetycznym w przypadku kiedy wchodzi ona w pole pod kątem prostym, to :

siła odśrodkowa = siła Lorentza,

czyli
$$\frac{m \cdot v^2}{r} = q \cdot v \cdot B,$$

gdzie m – masa cząstki,

v – jej prędkość,

r – promień okręgu, po którym cząstka porusza się w polu,

q – ładunek cząstki,

B – wartość wektora indukcji magnetycznej.

Skąd

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} .$$

Czyli :

$$\frac{r_D}{r_\alpha} = \frac{\frac{m_D \cdot v}{e \cdot B}}{\frac{m_\alpha \cdot v}{2e \cdot B}} = \frac{2 \cdot m_D}{m_\alpha}$$

Jeśli cząstka z ładunkiem elektrycznym wchodzi w pole magnetyczne pod kątem mniejszym niż 90° , to siła Lorentza :

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha,$$

gdzie kąt α jest kątem między wektorami prędkości i indukcji magnetycznej. W takim przypadku cząstka będzie poruszać się po linii śrubowej.

Proponowana punktacja :

- za porównanie siły odśrodkowej z siłą Lorentza 2 punkty,
- za dobre podstawienie ładunków obu cząstek 1 punkt,
- za prawidłowe wyznaczenie promienia okręgu 1 punkt,
- za poprawne wyliczenie stosunku promieni cząstek 2 punkty,
- za dobrą odpowiedź dot. linii śrubowej 2 punkty.

Razem : 8 punktów

Zadanie 4 - rozwiązanie

Okres drgań własnych obwodu elektrycznego drgającego :

$$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C},$$

gdzie L – indukcyjność cewki w obwodzie,
 C – pojemność kondensatora w obwodzie.

Z kolei pojemność kondensatora płaskiego :

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \frac{S}{d},$$

gdzie : ε_0 – przenikalność elektryczna próżni,
 ε_r – względna przenikalność elektryczna ośrodka,
 S – pole powierzchni okładek,
 d – odległość okładek.

Po włożeniu między okładki kondensatora dielektryka obwód będzie drgał z okresem :

$$T_1 = 2\pi\sqrt{L \cdot 9C},$$

Jeśli więc ma być $T_1 = T$, to nowa indukcyjność $L_1 = 3L$, czyli trzeba ją trzykrotnie zwiększyć.

Proponowana punktacja :

- za poprawne podanie wyrażenia na okres drgań 1 punkt,
- za użycie wyrażenia na pojemność kondensatora płaskiego z dielektrykiem 2 punkty,
- za prawidłowe określenie wzrostu pojemności kondensatora 2 punkty,
- za prawidłowe podanie nowej indukcyjności 1 punkt.

Razem : 6 punktów

Zadanie 5 - rozwiązanie

Maksymalna energia cząstki w ruchu drgającym :

$$E_{\text{maks}} = \frac{k \cdot A^2}{2},$$

gdzie : A – amplituda drgań harmoniczych,
 k – współczynnik sprężystości ($k = m \cdot \omega$),
 m – masa cząstki,
 ω – prędkość kątowa.

Stąd : $A = \sqrt{\frac{2E_{\text{maks}}}{m \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{10^{-3} \cdot 0,8}} = \sqrt{5} \cong 2,23.$

Amplituda drgań cząsteczki kurzu $A = 2,23$ s.

Ponieważ częstotliwość $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5}{6,28} \cong 0,8 \frac{1}{s}$, więc :

położenie $x(t) = 2,23 \cdot \sin(0,8 t)$,

prędkość $v(t) = 2,23 \cdot 0,8 \cdot \cos(0,8 t) = 2,784 \cdot \cos(0,8 t)$,

przyspieszenie $a(t) = -5 \cdot 0,8 \sin(0,8 t) = -4 \cdot \sin(0,8 t)$.

Proponowana punktacja :

- za prawidłowe wyznaczenie amplitudy i częstotliwości 2 punkty,
- za podanie poprawnych wyrażeń na położenie, prędkość i przyspieszenie - po jednym punkcie

Razem : 5 punktów.