

POMORSKA LIGA ZADANIOWA ZDOLNI Z POMORZA

Konkurs dla uczniów szkół ponadpodstawowych i ponadgimnazjalnych województwa pomorskiego w roku szkolnym 2019/2020

Etap I – kwalifikacyjny

Przedmiot: FIZYKA

PRZYKŁADOWE ROZWIĄZANIA

Zadanie 1. (3 pkt)

Na leżący na półce plecak zarówno przy gwałtownym hamowaniu pociągu, jak i nagłym ruszaniu działa siła bezwładności. Siła ta może spowodować spadnięcie plecaka z półki. Jednak znacznie częściej pociąg gwałtownie hamuje niż nagle rusza z miejsca. Dlatego bezpieczniej jest położyć plecak na półce od strony lokomotywy i usiąść właśnie pod tą półką. Oczywiście bardziej jest wtedy zagrożony siedzący naprzeciw inny pasażer.

Punktacja :

- za wybranie odpowiedniej półki – 1 punkt
- za podanie poprawnego uzasadnienia – 2 punkty

Razem : 3 punkty.

Zadanie 2. (4 pkt)

Rozpady promieniotwórczych izotopów to procesy rządzące się prawami rozkładów statystycznych. Nie można więc przewidzieć kiedy konkretne jądro jakiegoś promieniotwórczego izotopu ulegnie rozpadowi. Ponieważ w jądrach takich pierwiastków stale zachodzą zmiany rozkładów energii, więc konkretne jądro może ulec rozpadowi po bardzo krótkim (rzędu milisekund) czasie, jak i po wielu tysiącach lat. Dotyczy to zarówno izotopu plutonu, wymienionego w tekście pytania, jak i każdego innego izotopu promieniotwórczego.

Punktacja :

- za stwierdzenie, że nie można przewidzieć tego czasu – 2 punkty
- za powiązanie rozpadów promieniotwórczych z rozkładami statystycznymi – 2 punkty

Razem : 4 punkty.

Zadanie 3. (3 pkt)

Przyspieszenie grawitacyjne można wyznaczyć przez porównanie siły ciężkości do siły powszechnego ciężenia :

$$m \cdot g = G \frac{m \cdot M}{r^2}, \text{ skąd } g = G \frac{m \cdot M}{r^2}.$$

Dla ciała o masie m , leżącego na powierzchni Ziemi :

$$m \cdot g = G \frac{m \cdot m_Z}{r_Z^2}, \text{ skąd } g = G \frac{m_Z}{r_Z^2},$$

gdzie : m_Z - masa Ziemi, r_Z - promień Ziemi.

Ciężar samolotu na powierzchni Ziemi (masa startowa 833 tony) wynosi :

$$Q = 833 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 8171,73 \cdot 10^3 \text{ N} = 8171,73 \text{ kN}$$

Na wysokości $r_Z + 0,002 r_Z$ przyspieszenie grawitacyjne wynosi :

$$g_1 = G \frac{m_Z}{(r_Z + 0,002 r_Z)^2} = G \frac{m_Z}{r_Z^2 \cdot (1,002)^2} = \frac{9,81}{1,004} \cong 9,77 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Wobec tego ciężar samolotu na tej wysokości wynosi :

$$Q_1 = m \cdot g_1 = 833 \cdot 10^3 \cdot 9,77 \cong 8138,4 \cdot 10^3 \text{ N} = 8138,4 \text{ kN}$$

Punktacja :

- za wyznaczenie przyspieszenia grawitacyjnego na określonej wysokości nad poziomem Ziemi – 2 punkty,
- za poprawne wyznaczenie liczbowe nowego ciężaru – 1 punkt

Razem : 3 punkty.

Zadanie 4. (8 pkt)

Trzecie prawo Keplera :

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

gdzie T – okres obiegu planety wokół Słońca

a – wielka półoś orbity planety (średnia odległość od Słońca).

Dla warunków zadania będzie :

$$\frac{T_J^2}{a_J^3} = \frac{T_Z^2}{a_Z^3}$$

gdzie wskaźnik „J” oznacza Jowisza, wskaźnik „Z” – Ziemię. Skąd szukany okres obiegu Jowisza :

$$T_J = \sqrt{\frac{a_J^3 \cdot T_Z^2}{a_Z^3}}$$

Oczywiście okres obiegu Ziemi wokół Słońca wynosi 1 rok, zaś jej odległość od Słońca – 1 au. Czyli :

$$T_J = 5,20 \cdot \sqrt{\frac{12^3 \cdot 5,20}{1^3}}$$
$$T_J \approx 11,86 \text{ lat.}$$

Uczeń może oczywiście podstawić odległości Ziemi i Jowisza od Słońca w kilometrach oraz okres obiegu Ziemi np. w sekundach lub dniach. Wtedy podany wyżej wynik trzeba pomnożyć przez 24×3600 , bo tyle sekund ma 1 rok.

Punktacja :

- zastosowanie III prawa Keplera – 3 punkty
- wyprowadzenie wyrażenia na okres Jowisza – 3 punkty
- poprawne wyznaczenie wartości liczbowej – 2 punkty

Razem : 8 punktów

Zadanie 5. (7 pkt)

Z zasady zachowania energii wynika, że przy pominięciu minimalnego oporu powietrza energia kinetyczna pocisku zamienia się całkowicie na pracę przeciwko sile oporu materiału, z którego zbudowany jest wał ochronny. Czyli :

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = F \cdot d$$

gdzie : m – masa pocisku, v – jego szybkość, F – siła oporu wału, d – szukana grubość wału.

Po przekształceniu tego wyrażenia mamy :

$$d = \frac{mv^2}{2F} .$$

Po wstawieniu danych liczbowych :

$$d = \frac{0,002\text{kg} \cdot \left(350 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 100\text{N}} = 1,225 \text{ m} .$$

Ponieważ w treści zadania mowa jest o średniej sile oporu, więc należy przyjąć, że ruch pocisku w wale jest ruchem jednostajnie opóźnionym. Wtedy minimalna grubość wału to droga w takim ruchu :

$$d = vt - \frac{at^2}{2} , \text{ gdzie } a - \text{ przyspieszenie (opóźnienie) pocisku.}$$

Końcowa szybkość równa jest oczywiście zero : $0 = v - at$.

Po wyeliminowaniu przyspieszenia z obu tych wyrażen otrzymamy czas, w jakim pocisk porusza się w wale ochronnym strzelnicy od momentu wicia się w wał do chwili zatrzymania :

$$t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \cdot 1,225\text{m}}{350 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,007 \text{ s} .$$

Punktacja :

- za wykorzystanie zasady zachowania energii – 2 punkty
- za poprawne liczbowe wyznaczenie grubości wału – 1 punkt
- za zastosowanie wyrażen na drogę i szybkość w ruchu jednostajnie opóźnionym – 3 punkty
- za poprawne wyznaczenie czasu – 1 punkt.

Razem : 7 punktów

Zadanie 6. (5 pkt)

Koła roweru w czasie jazdy obracają się wokół osi równoległej do powierzchni ziemi. Z zasady zachowania pędu wiadomo, że obracająca się bryła sztywna ma zdolność zachowywania przestrzennej orientacji. Wektor momentu pędu leży wzdłuż osi obrotu koła rowerowego i usztywnia ją w przestrzeni (jest to tzw. efekt żyroskopowy). Ponieważ wektor momentu :

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p},$$

zaś jego wartość : $L = mvr$, gdzie v oznacza szybkość liniową w ruchu obrotowym, więc usztywnienie kierunku osi roweru jest tym większe, im większa jest szybkość obrotów kół, czyli im szybciej jedzie rowerzysta.

Punktacja :

- za odpowiedź, że łatwiej jeździć szybko bez uzasadnienia – 1 punkt
 - za zastosowanie zasady zachowania momentu pędu – 4 punkty.
- Nie jest konieczne użycie terminu „efekt żyroskopowy”.

Razem : 5 punktów