

I OLIMPIADA FIZYCZNA (1951/1952). Etap III, zadanie teoretyczne – T4.

Źródło:	Olimpiady Fizyczne, I- IV PZWS, Warszawa 1956
Autor:	Stefan Czarnecki
Nazwa zadania:	Statek międzyplanetarny
Działy:	Dynamika
Słowa kluczowe:	przyciąganie ziemskie, atmosfera, siła ciężkości

Zadanie teoretyczne – T4, zawody III stopnia, I OF.

Statek międzyplanetarny przez pewien czas nie korzysta z własnego napędu i znajduje się poza granicami atmosfery; odbywa ruch jedynie pod działaniem siły ciężkości. Podróżny jadący w szczelnie zamkniętej kabinie tego statku, wypełnionej powietrzem pod ciśnieniem normalnym, zaopatrzył się w szereg następujących przyrządów:

- 1) zegar wahadłowy,
- 2) wagę szalkową,
- 3) dynamometr,
- 4) aneroid,
- 5) barometr rtęciowy,
- 6) termometr rtęciowy,
- 7) poziomice,
- 8) palnik spirytusowy,
- 9) palnik Bunsena i butlę z gazem.

Rozwiązanie

Statek porusza się pod wpływem przyciągania Ziemi, Słońca czy też innych ciał niebieskich. Ponieważ nie korzysta on ze swego napędu, porusza się więc zgodnie z kierunkiem danego pola grawitacyjnego, w którym się znajduje z przyspieszeniem, jakie panuje w danym obszarze. Wewnątrz statku znika zatem przyspieszenie grawitacyjne, a wraz z nim ciężar wszystkich ciał. Zachodzi to nawet i wtedy, gdy statek prócz ruchu przyspieszonego w kierunku pola ma jeszcze dowolnie skierowaną prędkość nabytą uprzednio wskutek działania swego silnika. Ruch ten bowiem jako jednostajny nie wpływa na żadne procesy i zjawiska zachodzące na statku. Wniosek ten można łatwo uzasadnić rozpatrując niezależnie ruch statku i wszystkich przedmiotów znajdujących się wewnątrz czy obok niego, oczywiście przy założeniu, że mają one tę samą prędkość początkową.

Analizę użyteczności niektórych przyrządów można ułatwić rozpatrując ich działanie w normalnych warunkach, a więc w polu grawitacyjnym ziemskim, lecz (dla zbadania wpływu pola ciężkości) przy ustawieniu ich w różnych pozycjach, np. pionowej, poziomej, czy odwróconej, tzn. podstawą zwróconą ku górze.

1. Zegar wahadłowy jest bezużyteczny, ponieważ ruch wahadła związane jest z siłą ciężkości:

$$\left(T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \right).$$

2. Waga szalkowa służy do wyznaczania masy, jest jednak bezużyteczna, ponieważ o równości mas sędzimy na podstawie równości ciężaru.
3. Wobec zaniku ciężaru ciała dynamometr ma ograniczone zastosowanie, może być jedynie użyty do mierzenia sił występujących wewnątrz statku, np. sił sprężystości, siły mięśni itp.
4. Działanie aneroidu nie ulega zakłóceniu, ponieważ opiera się ono na wykorzystaniu sprężystości.
5. Barometr rtęciowy jest bezużyteczny. Rtęć tracąc ciężar nie może równoważyć ciśnienia powietrza. Słupek rtęci zostanie dociśnięty do końca rurki barometrycznej.
6. Wskazania termometru rtęciowego są niezakłócone. Oczywistym tego dowodem jest działanie przyrządu w każdej pozycji.
7. Poziomica, której działanie polega na zjawisku ustawiania się zwierciadła cieczy normalnie do kierunku pola grawitacyjnego, jest tutaj oczywiście bezwartościowa.
8. Palenie się palnika spirytusowego jest uzależnione od prądów konwekcyjnych. Brak grawitacji sprawia, że ogrzany gaz traci swój ciężar na równi z gazem chłodnym, w skutek czego z konwekcją podtrzymująca dopływ powietrza bogatszego w tlen zanika. Ponieważ tlenu na drodze dyfuzji jest zbyt powolny, przeto płomień „zadusi się” własnymi spalini-ami.
9. W palniku Bunsena powietrze jest ssane przez wypływający gaz, palnik ten zatem nie straci w naszych warunkach swojej użyteczności. Można przekonać się o tym nawet w warunkach normalnych kierując płomień palnika bunsenowskiego np. pionowo w dół.

Na pytania zawarte w zadaniu większość uczestników odpowiedziała poprawnie, 59% uzyskało oceny nie mniejsze niż 5 punktów. Wyraźnie złe odpowiedzi dało 23% zawodników. Średnia ocen wyniosła 5,5 punktu.

Jeden z uczestników proponuje pomysłowy sposób przywrócenia użyteczności niektórych przyrządów. Polega ono na wprawieniu statku w ruch obrotowy dookoła własnej osi. Istotnie, przy dobranej odpowiednio prędkości kątowej, siła reakcji bezwładnej odśrodkowej zastąpić by mogła w pewnym stopniu siły przyciągania. Wartość siły odśrodkowej jest jednak związana z odległością od osi obrotu. Każda więc część poszczególnych przyrządów byłaby pod działaniem innej siły, wskutek czego o jakichkolwiek pomiarach nie mogłoby być mowy. powolny dopływ

Proponowana punktacja

Część teoretyczna	
Wyznaczenie parametru	do 2pkt.
Pomiar zależności	do 4pkt.
Wyznaczenie wartości	do 2pkt.
Poprawny wynik końcowy wraz z analizą błędów pomiarowych	do 2pkt.