

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 20 февруари 2021 г.
Тема за 12. клас (шеста състезателна група)

Задача 1. Потъване

Меко гумено тяло има маса m . Плътността на гумата е ρ . В тялото има въздушна кухина с обем V_0 . Налягането p_0 на въздуха в кухнята е равно на външното атмосферно налягане. Плътността на въздуха е много по-малка от плътността на гумата. Тялото е поставено в съд с вода и плава на повърхността ѝ. Плътността на водата е ρ_B ($\rho_B < \rho$).

а) Намерете каква част x от обема на тялото се намира под вода (x е отношението на обема под вода към целия обем на тялото; обемът на въздушната кухина е част от обема на тялото). [3 т.]

Съдът с вода се намира в камера, в която може да се мени налягането на въздуха. Първоначално налягането вътре е равно на атмосферното p_0 . Когато налягането нарасне с Δp , тялото изцяло се потопява във водата. Приемете, че плътността на гумата и на водата не зависят от налягането, налягането в камерата и налягането на въздушния мехур вътре в тялото са винаги равни, както и че температурата на всички части на системата не се променя.

б) Изразете Δp чрез дадените величини (p_0 , V_0 , m , ρ и ρ_B). [3 т.]

в) Съществува дълбочина H , такава, че ако тялото се потопи на тази дълбочина, дори налягането в камерата да намалее обратно до p_0 , тялото не може да изплава, а ще продължи да потъва. Намерете формула за дълбочината H . [2 т.]

г) Изчислете стойностите на x , Δp и H при следните стойности на дадените величини: $p_0 = 1,00 \cdot 10^5$ Pa, $m = 10,0$ g, $\rho_B = 1000$ kg/m³, $\rho = 1250$ kg/m³ и $V_0 = 4,00$ cm³. [2 т.]

Задача 2. Оптика на атмосферата.

Известно е, че продължителността на деня (интервалът време от изгрев до залез) е малко по-дълга в сравнение със хипотетичната ситуация, ако Земята нямаше атмосфера. Приемете, че показателят на пречупване на въздуха близо до земната повърхност е $n_0 = 1,000273$.

а) Обяснете качествено явлението с помощта на текст и картинка. [4 т.]

Оценете удължаването Δt на деня (в минути) заради оптичните явления в атмосферата в най-простата ситуация (намирате се на Екватора в деня на равноденствието, Слънцето е точков източник, земната повърхност няма релеф), използвайки два модела:

б) модел на плоска слоиста атмосфера, т.е. атмосферата се моделира с плоски слоеве с монотонно намаляващ с височината показател на пречупване. [3 т.]

в) модел на сферична еднородна атмосфера, т.е. атмосферата е еднороден слой около Земята с постоянен показател на пречупване n_0 и дебелина h . Приемете, че $h = 8$ km и радиусът на Земята е $R = 6400$ km. [3 т.]

Задача 3. Еластичен удар. (две независими подзадачи)

Част 1. Материална точка с маса m_1 се движи със скорост v_1 по хоризонтална повърхност без триене. Удря се идеално еластично в материална точка с маса m_2 , намираща се в покой (тя също може да се движи без триене по повърхността). След удара скоростите u_1 и u_2 на двете точки са успоредни на скоростта v_1 .

- а) Получете формули за скоростите u_1 и u_2 , изразени чрез масите m_1 и m_2 и скоростта v_1 . [3.5 т.]
- б) Получете формули за скоростите u_1 и u_2 в три частни случая: $m_1 \gg m_2$, $m_1 = m_2$ и $m_1 \ll m_2$. [1.5 т.]

Част 2. Две материални точки с маси M и m се намират в покой (много близо една над друга) на височина h от хоризонтална повърхност (точката с маса M е отдолу и $M > m$). Земното ускорение е g . Започват да падат едновременно. При достигането на повърхността първо точката с маса M се удря в нея и отскача идеално еластично. След това двете точки се удрят помежду си също идеално еластично.

- в) Получете формули за скоростите u_M и u_m на двете точки след удара между тях. [3 т.]
- г) Получете формула за височината H , на която ще се издигне топчето с маса m . [1 т.]
- д) Получете формула за височината H , на която ще се издигне топчето с маса m , в случая $M \gg m$ [1 т.]