

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

11 – 13 ноември 2022 г., Сливен

Тема за 12. клас (шеста възрастова група)

Задача 1. Натриев дублет.

Спектърът на светлината, излъчвана от натриева газоразрядна лампа, съдържа две еднакво интензивни тесни линии с много близки дължини на вълните $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$ и $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$. Успореден сноп светлина, излъчвана от такава лампа, осветява перпендикулярно дифракционна решетка, която има $n = 2400$ процепи/cm. След решетката е разположена леща, която фокусира дифрактиралата светлина върху екран. Разстоянието от лещата до екрана е $l = 2 \text{ m}$. Върху екрана се наблюдава дифракционна картина.

- а) Изчислете разстоянията между първия (1) и минус първия (-1) дифракционен максимум $D_{-1,1}^{\lambda_1}$ и $D_{-1,1}^{\lambda_2}$ за всяка една от двете дължини на вълните на дублета с точност $0,1 \text{ mm}$. [5 т.]
- б) Поради различни причини двете линии се наблюдават не като много тесни линии, а като тесни ивици, т.е. все едно всяка една от тях съдържа светлина с дължини на вълните в интервала съответно $[\lambda_1 - \Delta\lambda_1, \lambda_1 + \Delta\lambda_1]$ и $[\lambda_2 - \Delta\lambda_2, \lambda_2 + \Delta\lambda_2]$. Приемете, че $\Delta\lambda_1 = \Delta\lambda_2 = \Delta\lambda$. Величината $\Delta\lambda$ се нарича полуширина на линията. Ако на екрана тъмната ивица между двете близки светли ивици на дублета при първия дифракционен максимум, има ширина $x = 0,1 \text{ mm}$, изчислете стойността на $\Delta\lambda$. [5 т.]

Задача 2. Смесване на газове.

Два контейнера са свързани с кран, който първоначално е затворен. В тях се намира един и същ идеален газ. Контейнер 1 има обем $V_1 = 60 \text{ l}$. В него има неизвестно количество $n_1 \text{ mol}$ газ с неизвестна температура T_1 и налягане $p_1 = 80 \text{ kPa}$. Контейнер 2 има обем $V_2 = 40 \text{ l}$. В него има $n_2 = 1,5 \text{ mol}$ газ с неизвестна температура T_2 и налягане p_2 . Контейнерите са адиабатно изолирани от околната среда (няма топлообмен между всеки един от контейнерите и околната среда). Кранът се отваря и газовете се смесват. След установяване на равновесие, температурата и налягането в двата контейнера са съответно $T = 300 \text{ K}$ и $p = 100 \text{ kPa}$. Универсалната газова константа е $R = 8,314 \text{ J/(mol.K)}$. Изчислете:

- а) количеството вещество n_1 . [2 т.]
- б) температурата T_1 . [2 т.]
- в) температурата T_2 . [2 т.]
- г) налягането p_2 . [2 т.]
- д) Ако плътността на газа след установяване на равновесието е $\rho = 1,6 \text{ kg/m}^3$, изчислете неговата моларна маса μ . [2 т.]

Задача 3. Подскачане на топка.

Топка е хвърлена надолу с неизвестна начална скорост v_0 от височина $h = 75 \text{ m}$. Земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$. След време t_1 топката се намира на разстояние $s_1 = 15 \text{ m}$ по-надолу от мястото на хвърляне, а една секунда по-късно – на разстояние $s_2 = 40 \text{ m}$ по-надолу от мястото на хвърляне. В тази задача не е нужно да получавате аналитични изрази (формули) за търсените величини, достатъчно е да изчислите техните стойности като заместите дадените стойности в получените уравнения.

- а) Изчислете стойността на времето t_1 . [2 т.]
- б) Изчислете стойността на началната скорост v_0 . [1 т.]
- в) Изчислете времето на падане (до първия удар в земната повърхност) $t_{\text{пад}}$. [1 т.]
- г) Изчислете скоростта на падане $v_{\text{пад}}$ (точно преди първия удар в земната повърхност). [2 т.]
- д) Ако при всеки удар в земната повърхност топката губи $p = 36\%$ от енергията си (или ѝ остава $k = 1 - p = 64\%$ от енергията), колко е скоростта на топката v_1 веднага след първия удар? [1 т.]
- е) След време T от момента на първоначалното хвърляне топката ще спре да подскача. Изчислете стойността на T . [3 т.]