

Úloha VI.4 ... Upgrade zbraně

6 bodů; průměr 5,71; řešilo 21 studentů

Viktor nebyl spokojený s dostřelem a přesností své airsoftové zbraně, a tak začal přemýšlet nad tím, jak by mohl tyto parametry zlepšit. Napadlo ho vyměnit pružinu a zvýšit hmotnost použitých kuliček. Záhy si ale uvědomil, že to nevyhnutelně povede ke snížení počtu výstřelů na jedno nabití akumulátoru. O kolik kuliček méně bude Viktor nově schopen na jedno nabití akumulátoru vystřelit, pokud dosud používal kuličky vážící $m_1 = 0,25$ g, kterým pružina udělila ústovou rychlost $v_1 = 130 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, a nově bude chtít používat kuličky vážící $m_2 = 0,32$ g, kterým nová pružina dodá ústovou rychlost $v_2 = 160 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$? Viktorův akumulátor má náboj $Q = 1\,500 \text{ mAh}$ a napětí $U = 9,6 \text{ V}$. Předpokládejte, že celková účinnost zbraně $\eta = 0,14$ (tj. účinnost, se kterou akumulátor mění elektrickou energii na mechanickou) se při výměně pružiny a přechodu na jiný typ střeliva nezměnila.

Úlohu budeme řešit tak, že si nejprve spočítáme celkovou dostupnou energii v akumulátoru E_a . Poté si spočítáme pro oba scénáře kinetickou energii jedné kuličky bezprostředně po opuštění hlavně zbraně. Následně vydělíme celkovou dostupnou energii energií jedné kuličky a porovnáme, kolik kuliček se Viktorovi podaří vystřelit před a po výměně pružiny a kuliček.

Pro výpočet elektrické energie akumulátoru musíme nejprve převést miliampérhodiny na coulomby. Jeden coulomb je definovaný jako jedna ampérsekunda, tedy při převodu z miliampérhodin na coulomby (ampérsekundy) musíme dělit 1000 a násobit 3600, ve výsledku tak násobíme 3,6. Potom už jen dosadíme elektrický náboj do vzorce pro elektrickou práci a dostaneme hledanou elektrickou energii:

$$E_a = Q \cdot U = 3,6 \cdot 1\,500 \text{ C} \cdot 9,6 \text{ V} = 51\,840 \text{ J}$$

Obecně platí, že kinetickou energii pohybujícího se tělesa počítáme jako součin poloviny jeho hmotnosti a rychlosti umocněné na druhou. Vyjádřeme si tedy energii jedné kuličky před upgradem zbraně, přičemž použijeme značení ze zadání:

$$E_{k1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2.$$

Teď už můžeme dopočítat, kolik kuliček zvládne zbraň na jedno nabití před upgradem vystřelit. Nesmíme ovšem zapomenout na vynásobení E_a celkovou účinností zbraně, abychom dostali energii E_u , která se skutečně využije na urychlování kuliček:

$$\begin{aligned} n_1 &= \frac{E_u}{E_{k1}} = \frac{E_a \cdot \eta}{\frac{1}{2} m_1 v_1^2}, \\ n_1 &= \frac{51\,840 \text{ J} \cdot 0,14}{\frac{1}{2} 0,000\,25 \text{ kg} \cdot 130 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}{}^2} \doteq 3\,435,55. \end{aligned}$$

Vzhledem k tomu, že zbraň dokáže střelit jen celé kuličky, musíme náš výsledný počet zaokrouhlit vždy dolů. Na jedno nabití tak připadá 3 435 kuliček.

Stejným způsobem spočítáme počet vystřelených kuliček po upgradu:

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{E_u}{E_{k2}} = \frac{E_a \cdot \eta}{\frac{1}{2} m_2 v_2^2}, \\ n_2 &= \frac{51\,840 \text{ J} \cdot 0,14}{\frac{1}{2} 0,000\,32 \text{ kg} \cdot 160 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}{}^2} \doteq 1\,771,88. \end{aligned}$$

Počet celých vystřelených kuliček by byl 1 771. Zbývá už jen dopočítat rozdíl:

$$n_1 - n_2 \doteq 3\,435 - 1\,771 \doteq 1\,664.$$

Viktor bude tedy po upgradu své zbraně schopen vystřelit jen přibližně polovinu množství kuliček, na které byl zvyklý. Buď tedy bude muset začít s kuličkami během hry šetřit, anebo si může pořídit silnější nebo náhradní akumulátor.

Viktor Materna
materna@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.