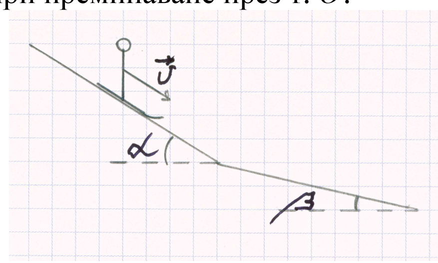
За техниката при спускането със ски

Съществува един незаслужено пренебрегнат физичен закон в смисъл, че за усвояването му в училище се решават задачи, чиито брой е обратно пропорционален на значението му. Това е законът за запазване на импулса на телата. И това – при положение, че областта на приложимостта му е по-широка, отколкото например на закона за запазване на механичната енергия, който е приложим само за консервативни системи.

Физичните знания, необходими при решаване на следната задача се свеждат само на закона за запазване на импулса. Решението е достъпно за ученици, изучавали физика над равнището на общозадължителната подготовка, тъй като в него се използва съществено векторният характер на величините скорост и импулс на тяло. Характерна особеност на решението е фактът, че в него активно се използват знания от планиметрията за връзки между ъгли в триъгълника, което спомага за осъществяване на ефективна междупредметна
връзка между двата учебни предмета – физика и математика.

Задача. Скиор се спуска равномерно по наклон, който сключва с хоризонта ъгъл α. Съпротивлението на въздуха се пренебрегва, така че тялото на скиора е вертикално. В т. O траекторията променя наклона си и по-нататък сключва с хоризонта ъгъл β (фиг. 1). Под какъв ъгъл спрямо вертикалата трябва да се наклони скиорът, така че да не падне при преминаване през т. O?

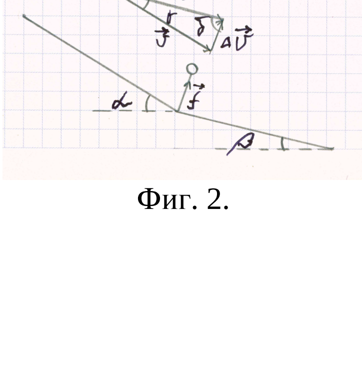


Фиг. 1.

Решение. Преминаването през т. O променя посоката, но не и големината на скоростта. Ако скоростта по първия участък от траекторията е $\vec{v}$, а по втория – $\vec{v}'$, промяната $\Delta\vec{v} = \vec{v}' - \vec{v}$ на скоростта е свързана с промяната $m\Delta\vec{v}$ на импулса на скиора. Съгласно с втория принцип на динамиката тази промяна е равна на импулса на силата $\vec{f}$, която действа върху стъпалата на скиора по време на краткия интервал време τ, за който се извършва прехода от единия към другия наклон, т.е.

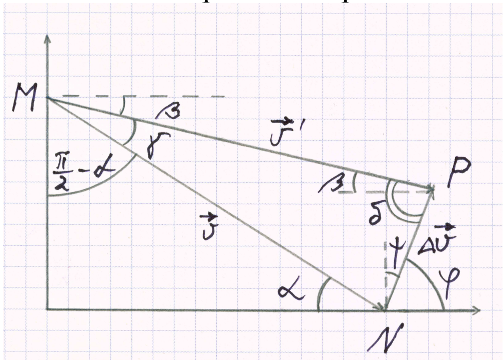
(1) $$m\Delta\vec{v} = \vec{f}\tau .$$

За да не падне скиорът в т. O е необходимо моментът на силата $\vec{f}$ спрямо центъра на тежестта му да бъде нула, т.е. посоката на силата да бъде успоредна на правата, минаваща през стъпалата и центъра на тежестта на скиора (фиг. 2).



Фиг. 2.

Важното за решението на задачата следствие от равенство (1) е, че силата $\vec{f}$ е еднопосочна с промяната на скоростта $\Delta\vec{v}$. При това положение търсеният ъгъл ψ между вертикалата и тялото на скиора се намира лесно с помощта на фиг. 3. От



Фиг. 3.

нея се вижда, че:

(2)
$$\psi = \frac{\pi}{2} - \varphi = \frac{\pi}{2} - (\pi - \alpha - \delta).$$

Ъгълът δ е ъгъл при основата на равнобедрения триъгълник *MNP*, чиито ъгъл при върха очевидно е:

(3)
$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \beta - \left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \alpha - \beta.$$

Тъй като ъгълът при основата на триъгълника е:

(4)
$$\delta = \frac{\pi - \gamma}{2},$$

от (2), (3) и (4) получаваме:

(4)
$$\psi = \frac{\alpha - \beta}{2}.$$

И така, за да не падне, скиорът трябва да се наклони напред на ъгъл, равен на половината от разликата между ъглите, сключени от двата участъка на траекторията с хоризонта.

Забележка. Ако в този вид задачата е трудна за разглеждане с вашите ученици, използвайте частния случай β = 0, т.е. когато втората част на траекторията е хоризонтална.