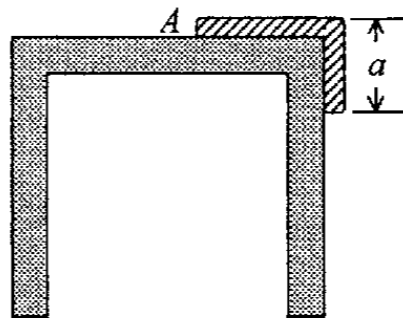


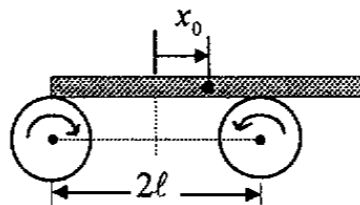
1997 年第 28 屆國際物理奧林匹亞競賽 國家代表隊準決選資格考試試題

本試題共有計算題六大題，每題 25 分，合計 150 分。

- 一、有一總長為 L 的不均勻繩子，此繩上各點的線密度 ρ 與該點距離繩端 A 的長度成正比。今將繩子放置於水平桌面上，有長度為 a 的一段繩子順著桌邊鉛直垂下，如下圖所示。今使繩子從靜止開始下滑，若繩與桌面間的摩擦係數為 μ ，繩長小於桌子的高度，試求繩子剛脫離桌面時的速度。



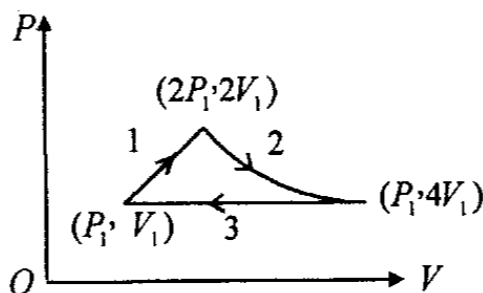
- ☆二、一質量為 M 的均勻重木板(其厚度可以忽略不計)，置於兩個相同的滾筒之上，如右圖所示。兩滾筒各自繞其中心軸(位在同一水平面上)，快速朝相反方向連續轉動。兩個滾筒之中心相距 $2l$ 。木板和滾筒表面間的摩擦係數為 μ ，且設 μ



為一常數。開始時，木板被制止不動，且其質心和兩滾筒中心連線之中點間的水平距離為 x_0 。當 $t = 0$ 時，木板被釋放，問木板以何種方式運動？又其質心位置和時間的關係式為何？

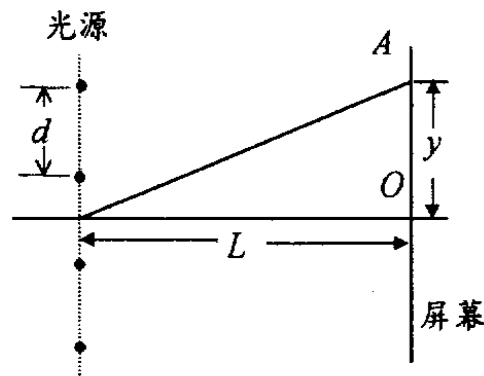
- 三、一單原子分子的理想氣體系統進行如下圖所示之熱機循環。圖中括號中所標示者，代表各狀態下氣體系統之壓力及體積。數字 1、2、3 代表各過程之編號，其中過程 2 為等溫過程。

- 求每一過程中氣體系統對外所作之功。
- 求每一過程中氣體系統內能之變化量。增加或減少？
- 求每一過程中氣體系統與外界交換的熱能。吸熱或放熱？
- 此熱機的熱效率為何？



四、四個同頻(ν)同相的點光源等距(d)地排列在一直線上，如下圖所示。在距離為 L 的遠處 ($L \gg d$) 有一屏幕，用來觀察干涉圖像。

- (a) 在與屏幕中心 O 點相距 y 的觀察點 A 處，相鄰兩光源的光程差 Δ_r 是多少？
- (b) 在屏幕上，距離中央 O 點最近的第一暗紋處，相鄰兩光源的光程差 Δ_r 是多少？
- (c) 中央亮紋的寬度是多少？
- (d) 若瞳孔的直徑為 a ，在距離 L 米外，用眼睛觀察這些光源，則光源間距至少應是多少才能被鑑別為個別的四個光源？

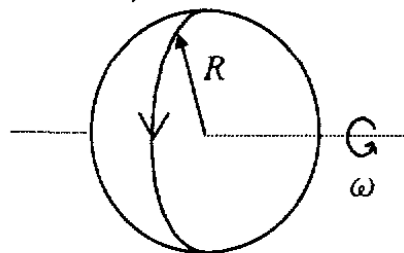


五、一均勻帶電的金屬球殼，半徑為 R ，總電量為 Q ，當球以角速度 ω 繞其直徑轉動時，求

(a) 球心處的磁場 B 。

(b) 此球殼的磁偶矩。

(註：一載有電流 i 的封閉線圈，其磁偶矩 $\vec{\mu} = iA\hat{n}$ ，式中 A 為圈面面積， \hat{n} 為圈面的法線單位向量。)



六、當鈾系元素衰變時，一般會伴隨有具穿透性的輻射產生。在 U^{238} 的衰變中，有 0.7% 的機率會變成 U^{234} ，並且有高能量的光子射出。這種光子具有很強的穿透性，因此用於偵測核潛艇的輻射。1981 年舊蘇聯的一艘編號為 $U137$ 的核潛艇擱淺在瑞典南方的群島附近，就是用這種方法偵測出其輻射。

適用於該種光子能量，用於測量其輻射強度的偵測器效率為 0.25% (即每 400 個光子會在儀器內產生一個訊號脈衝)。偵測器的感測面積為 22cm^2 。假設將其置於距輻射源(可視為點狀) 1.5m 處，結果每小時可測得 125 個訊號脈衝。

考慮自艇內發出的輻射有 93% 為潛艇的鋼板所吸收， U^{238} 的半衰期為 4.5×10^9 年，其原子量為 238，試估算潛艇內 U^{238} 的質量。