普物期末考

考卷領取 Dec 21(Thursday) 11:30-12:00 A213

，。氦氣的莫耳定容比熱：。

1. 考慮如圖之兩根不變型鋼條，固定於桌面之上，與水平的夾角固定為，兩鋼條在同一鉛直平面上。在兩鋼條上各套一個相同鐵環，兩鐵環質量和為。兩鐵環中間繫以一條水平彈簧（彈力常數為，質量可以忽略），兩鋼條頂端處的距離正好是彈簧的自然長度。兩鐵環由鋼條的頂端處，自靜止狀態放手，使鐵環下滑。假設鐵環與鋼條間的摩擦可以忽略。鐵環下滑後，會在某處向上反彈，問反彈處距離頂點的垂直高度差是多少？(10)答案可以表示。(20)

提示：下滑的垂直高度差洽為彈簧的伸長量的一半。

*l*

45°

解答：因為左右對稱，所以可以認定兩鐵環在下滑過程會是等高的，將下滑的高度設為，彈簧的伸長量即為。以能量來討論較為容易：鐵環系統的重力位能為，彈簧的彈力位能為。總位能即：。起始處的總位能為零，動能為零，故總能量為零，因此反彈點即在位能為零處：。這個位置就是我們提到的折返點，許多同學找到彈簧彈力與重力抵消的平衡點作答，這是不一樣的。在平衡點鐵環的受力為零，但因為還有向下速度，還會持續下墜，直到折返點為止，而折返點需以能量討論才比較清楚。

1. 一個方塊，繫於水平放置的彈簧上，彈簧另一端固定。此方塊在水平無摩擦的平面上作簡諧運動，已知振幅為，周期為。以平衡點的位置設為原點：。問在此簡諧運動中，從移動到，最短需要時間多少s？(20)

解答：位移處的相角為，位移處的相角為。從位移移動到位移，最短時間事發生在相角由增加到即。相角差為，需時。

1. 有一方塊A，質量為，可以沿無磨擦的斜面下滑，斜面的斜角為，。A連接一無質量的繩索，繞過一固定但可旋轉的滑輪，滑輪質量，半徑，為一圓柱體，轉動慣量為。自靜止狀態鬆手，方塊A會向下滑動。繩與滑輪間無滑動，因此。重力加速度。計算滑輪的角加速度。(20)

Diagram

Description automatically generated

BB

53°

A

解答：繩子的長度沒有改變，。設繩的張力為，方塊的移動，與滑輪的轉動分別可以寫下一運動方程式：

注意第二式的力矩中的力，不只是方塊重力沿斜面方向分量，而是繩的張力，如第一式所顯示，兩者並不相等。

代入數字，可以得到：

可以解得加速度：。。

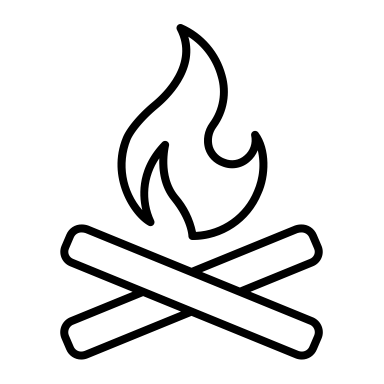
1. 考慮一個長方體容器，以一固定的半透膜（圖中虛線）分割為A室及B室，B室中有一可上下移動的活塞。起始時，活塞在半透膜上方幾乎與之重合。A室內含可視為理想氣體的氦氣He與氧氣各，半透膜只能讓氦氣通過，氧氣無法通過。已知活塞上的壓力保持固定為，因為氧氣無法透過半透膜，因此對活塞上的壓力沒有貢獻。設，此時A室內溫度是多少？以已知的及常數表示。(10)

He,O2

活塞

半透膜

Membrane



A

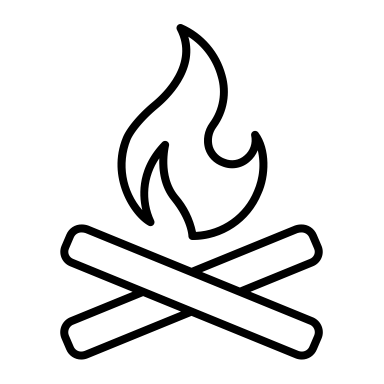
B

He,O2

He

活塞

半透膜



現在於A室下方慢慢加熱，使活塞向上移動，過程中一直維持熱平衡，直到活塞下方B室的體積與A室相等為止，過程活塞保持定壓。此時B室中氦氣溫度是多少？A室中氧氣溫度是多少？ (15) 以已知的及常數表示。

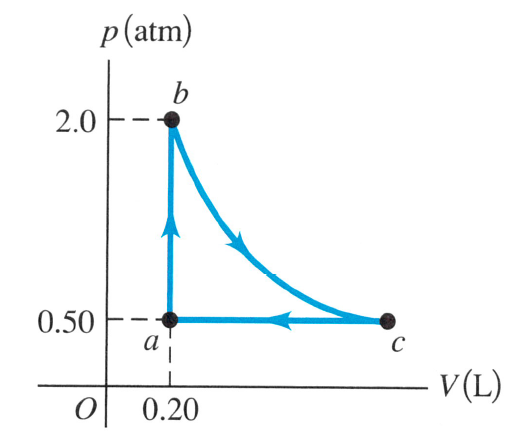
提示：因為氦氣可以透過半透膜，所以對氦氣來說，A，B兩室其實是聯通。

解答：理想氣體滿足狀態方程式：。

因為氧氣無法透過半透膜，因此對活塞上的壓力沒有貢獻，因此完全是氦氣壓力，加熱前， A室內1莫耳氦氣壓力為，。

加熱後，氦氣壓力一直維持在，氦氣可以自由通過膜，因此兩室的氦氣可以合起來看待，且溫度相等，因此體積為，溫度為：。而氧氣與與氦氣在Ａ室內達到熱平衡因此溫度相等：。

1. 考慮莫耳的氦氣的熱過程，在PV圖中的與態為等溫，，。
2. 問狀態的溫度分別是多少K？(5)
3. 在定壓過程中，氣體放出了多少J的熱量？內能的變化是多少J？活塞對氣體作功是多少J？(15)



解答：

A. ，。

B. 在定壓過程中，放熱。。，活塞對氣體作功。