普物期中考 Apr. 2022

1. 地球的大氣層厚度約為，氣體分子的熱運動，是可能使大氣層中的氣體分子，如太空火箭，可以脫離地球的。假設所有氣體皆為理想氣體。
2. 氣體分子要能脫離地球的引力範圍，總能量必須大於零：，分別是地球半徑與質量。大氣層厚度遠小於地球半徑，因此可以假設所有氣體分子與地心距離都是。因此，氣體分子的速率若大於此脫離速率：

就很可能會脫離地球。



將大氣層視為一個容器，其中氣體的溫度大致相同。嚴格來說，氣體分子的速率是有一分布，為簡單起見，若以氣體分子的來近似估計某種分子質量為的氣體的速率，當溫度大於某，就可能大部分氣體分子都脫離大氣層。寫下的表示式，以表示。(10)

1. 其他行星的大氣層也可以以相同方式考慮，根據以上的結果，比較重還是輕的氣體分子，會容易留下？比較熱或比較冷的星球會較容易、並留下較多種氣體？比較重或比較輕的行星會留下較多種氣體？請寫下理由。

下圖列出各個行星(點)的溫度(橫軸)與對應的脫離速度(縱軸)，同時以虛線畫出各種氣體分子在各個溫度(橫軸)的平均速率(縱軸)，在圖上列出的氣體中(氫、氦、水、氮及二氧化碳)，哪幾個會出現在地球的大氣層中？哪幾個會出現在木星Jupiter的大氣層中？(10)



解答：

1. 因為平均動能，，若大部分此種分子都脫離大氣層，。因此，。
2. 由，比較輕的氣體分子，較小，在低溫即脫離，因此較輕的分子容易脫離。比較重的行星，分子比較不容易脫離，會留下較多大氣層。比較熱的星球，分子容易達到脫離溫度，因此自然不容易留下大氣層。在圖上代表星球的點以下的氣體，表示其平均速率小於脫離速率，就會留在大氣層，所以地球會有水、氮及二氧化碳，木星則是氫、氦、水、氮及二氧化碳。
3. 在室溫時，雙原子分子的莫耳定容比熱以及莫耳定壓比熱各是多少？

若一固體可以近似看成如下圖的晶格，在溫度夠高，彈簧可以視為古典彈簧時，它的莫耳定容比熱是多少？(15)

.

解答：雙原子分子有個自由度，，。

對於晶格狀固體，每一個分子平均分配三支彈簧，一隻彈簧根據能量均分原理，動能加上彈力位能，共可以得到平均能量，因此固體的比熱：。

1. 剛剛發射的韋伯太空望遠鏡，能量的來源為太陽能板所吸收的太陽熱輻射。現在假設太陽是一個黑體，太陽表面的溫度為，太陽半徑為。黑體輻射的公式為：，。
2. 計算整個太陽表面所發出的黑體輻射的總功率為多少W。韋伯望遠鏡展開的太陽能板大約為的長方形，假設其面積保持垂直於太陽的方向，且為黑體。望遠鏡是繞地球運動，因此與太陽的距離，可以以太陽與地球的距離近似：。計算太陽能板所吸收的太陽輻射總功率。(10)
3. 設太陽能板的溫度維持在，太陽能板也會發出熱輻射。忽略板的厚度，板的前後都是黑體。假設太陽能板吸收的能量扣除自身熱輻射的能量，完全轉化為望遠鏡的耗能，計算此耗能的大小。(15)

解答：

1. 太陽熱輻射的總功率等於：。在太陽能板也就是地球的距離處，太陽的功率會平均分配在以為半徑的球面上，每單位面積所接收的功率等於：。太陽能板接收的能量即：。
2. 太陽能板的溫度維持在，太陽能板發出熱輻射。兩者的差：為望遠鏡的耗能。
3. 考慮某量子系統，有三個穩定能態：



此量子系統的放射光譜，有三條譜線，所對應的頻率分別是多少？它們所對應的能態躍遷分別是從那一個能階到那一個能階？。。(15)

解答：

1. 電偶極是由距離很靠近，電荷量分別為、的兩個電荷所構成。將指向的向量設為，電偶極矩向量為。在課堂上已推導了，當時，沿方向延伸，距離為處的電場的大小與方向，投影片附在下方。

現在，在處放一電偶極，其電偶極矩大小為，方向指向的方向，在再放一電偶極，其電偶極矩大小亦為，方向指向的方向，如下圖所示。電偶極內間距遠小於兩電偶極間的距離：，所以兩個電偶極都可以近似視為一個點。在軸上座標處，當時，靜電場強度近似於。計算。(25)

提示：這裡的軸對應投影片的軸。將投影片單一電偶極的電場表示式，運用於下圖中的兩個電偶極，注意兩個電偶極是些微分離的。接下來就可以用二項式定理近似。



解答：在軸上座標處，靜電場強度等於兩個電偶及所產生靜電場的疊加：

 當，可以近似等於：

 因此。