

距離次數	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
第一次	√	√	√	√	√
第二次	√	√	√	√	×
第三次	√	√	×	√	√
第四次	√	√	√	√	√
第五次	√	√	√	√	×

場地次數	草地 (CM)	籃球場 (CM)	pu跑道 (CM)
第一次	40	120	89
第二次	23	110	58
第三次	32	90	60
第四次	27	140	54
第五次	26	100	62
平均	30	112	65

場地次數	草地 (CM)	籃球場 (CM)	pu跑道 (CM)
第一次	69	200	100
第二次	40	190	70
第三次	62	240	120
第四次	60	210	116
第五次	58	200	90
平均	58	208	100

實驗（七）~2以**400**公克的撞擊力道撞擊小彈珠，在沒有軌道、距離不同下，準度測試之差異為何？  
方法：將彈珠固定於寶特瓶蓋裡，以**400**公克彈簧秤將小彈珠彈出撞擊不同距離之彈珠，測試其準度。

實驗重複**5**次，並將結果記錄下來，見表（十五）。

發現:以**400**公克的撞擊力道撞擊小彈珠在沒有軌道、距離不同情形之準度穩定，大都有擊中目標。

問題八：不同的場地，相同的撞擊力大、小彈珠所滾出去的距離差異為何？

實驗（八）~1在草地、籃球場，pu跑道相同的撞擊力大彈珠所滾出去的距離差異為何？

方法：在不同的場地，以相同的力量去撞擊大彈珠，以長尺測量大彈珠滾出的距離，見表（十六）。

發現:大彈珠在籃球場上滾動的距離最長，在草地上滾動的距離最短。

實驗（八）~2在草地、籃球場，pu跑道相同的撞擊力小彈珠所滾出去的距離差異為何？

方法：同(八)~1，結果見表（十七）。

發現:小彈珠在籃球場上滾動的距離最長，小彈珠在草地上滾動的距離最短。

## 伍、討論

一、彈珠所彈出去的角度較難判斷時，我們先由記錄者做出判斷，如果大家看法不一致，會共同交換意見再做決定。

二、在實驗過程的材質選擇上，我們選擇最普遍的玻璃彈珠，由於我們沒有撞球且在實驗的過程中也會產生困難，所以就沒有選用。

三、在實驗的過程中玻璃彈珠會受到破裂，如果玻璃彈珠破損太嚴重，可能會影響實驗結果，所以，我們必須換另一顆新的玻璃彈珠，讓實驗結果能更加精確。

四、彈珠的實驗仍有很多變化，我們僅將簡單的實驗做為變化，日後尚有深入研究空間。

五、為了讓玻璃彈珠滾動的因素減少，我們選擇學校三樓自然教室作為實驗場所，用鐵尺測量玻璃彈珠所滾動的距離，並抓住最正確的距離，稍不專心都會影響實驗結果。

六、玻璃彈珠的位置一定要固定在某一點，不能隨意改變，否則會影響實驗的結果。

七、彈簧秤的力量要控制的非常準確，力量不能忽大忽小且按壓的地方要相同，只要一點點的不專心，就會影響實驗結果。

八、小彈珠在任何地點都是比大彈珠滾的距離長；相反的大彈珠在任何地點滾的距離都比小彈珠短。

九、大小彈珠互相撞擊時，可能因為碰撞點不同，受力面積大小不同進而影響滾動的距離。

## 陸、結論

一、不同外力的撞擊下，外力撞擊的力量愈大，滾動的距離愈長，撞擊的力量愈小，滾動的距離愈短。

二、用大彈珠撞擊一顆大彈珠彈出的距離最遠；而撞擊五顆大彈珠的距離最近，明顯少很多；由此可知受到相同外力撞擊時，被撞擊的重量愈輕滾動的距離愈遠，被撞擊的重量愈重滾動的距離愈短。

三、大彈珠撞大彈珠滾動的距離最長；大彈珠撞小彈珠滾動的距離最短。大彈珠撞大彈珠撞擊不但力量較大，且撞擊點的受力面積大，力量集中，所以它滾動的距離比較長；大彈珠撞小彈珠撞擊點的受力面積較小，容易偏離，力量容易分散，所以它滾動的距離比較短。

四、撞擊一顆彈珠磁鐵彈出的距離最長，撞擊五顆彈珠磁鐵彈出的距離最短。由上述可知，撞擊彈珠顆數愈少，阻礙的力量愈小，磁鐵彈出的距離愈長，撞擊彈珠顆數愈多，阻礙的力量愈大，磁鐵彈出的距離愈短。

五、大彈珠側撞橡皮擦彈出的角度較大，側撞積木彈出的角度較小，實驗結果發現大彈珠彈出的角度跟側撞的角度大小較無關係。由上述可知，橡皮擦較有彈性也較軟，所以它彈出去的角度較大，大彈珠在側撞橡皮擦**45**時所彈出的角度最大。

六、小彈珠側撞橡皮擦彈出的角度平均較大，側撞積木彈出的角度平均較小，實驗結果發現小彈珠彈出的角度跟側撞的角度大小較無關係。

七、小彈珠的重量較輕，體型較小，所以彈出去的角度較大；而大彈珠的重量較重，體型也較大，所以彈出去的角度較小。

八、受到愈大的外力撞擊，彈珠滾動的距離愈長，當物體受到外力時，力量愈大，所滾出去的距離最長；力量愈小，所滾出去的距離最短，這就是牛頓第二運動定理。且被撞擊的重量愈輕滾動的距離愈遠，被撞擊的重量愈重滾動的距離愈短。

九、大小彈珠在相同撞擊力撞擊不同距離之彈珠準度準確度高，由於大彈珠的重量較重，所以比較穩定，但速率較慢，都可以擊中目標，小彈珠的重量較輕，所以比較不穩定，無法每次擊中目標。

十、無論是大、小彈珠，它們在籃球場上滾動的距離最長；相反的，它們在草地上滾動的距離最短。籃球場平坦，摩擦力小，阻礙小，滾動的距離較長；草地凹凸不平，摩擦力大，阻礙大，滾動的距離較短。