ملحق
1

# حركة المقذوفات

توصَّل غاليليو عام 1608 لطريقة يصف فيها مسار جسم ما قذف بزاوية معينة، بأن تخيل حركته وكأنها من مسارين عمودي وأفقي. ومع أنه قد أجرى تجارب بهذا الخصوص، إلا أنه يظل تحليله الرياضي هو الأهم.

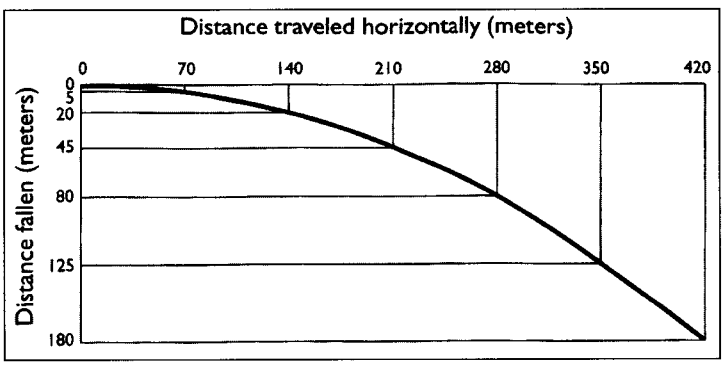
وصف غاليليو حركة المقذوفات مثل القنابل، ويجد إشارة جيدة لمنهج فكره في تقديمه لهذا الموضوع في كتابه الأخير العلمان الحديثان Two New Sciences:

> أتخيل جسما يسير بمسار أفقي من غير عوائق. فلو لم تكن هناك نهاية للمسطح، لظلت سرعة الجسم ثابتة. لكن لو كانت المسافة محددة (ذات نهاية) ولو كان هناك ارتقاء بالحركة إلى الأعلى، لسار الجسم إلى أبعد من نهاية المسطح (افترض أن للجسم وزنا ما) وأنه إضافة إلى حركته الأفقية، كانت له حركة عمودية إلى الأسفل بسبب وزنه.

ستكون نتيجة الحركتين معا، والتي أسمتها بال «مقذوفة»، ذات شكل محدد. أي أنها:

لما يقذف جسم ما ويسير في حركة مركبة من حركة أفقية ثابتة وأخرى طبيعية تجره إلى الأسفل، يمكن عندئذ وصف الحركتين معا بمنحنى.

أوضح غاليليو أن المنحنى (مثل خط سير الماء المقذوف من مشربية) له نفس الخواص الرياضية كذلك الصادر بسبب دمج حركة عمودية متسارعة مع حركة أفقية ثابتة.




يمثل الشكل أعلاه الرسم البياني الناتج من مزيج تلك الحركتين. إن تسارع الجاذبية العادي هو 10 م/ث2 تقريبا، أي أن المسافة التي ينحدر من الجسم تتناسب مع مربع الزمن المقطوع. يبين الجدول التالي المسافات المنحدرة مع سرعة أفقية لـ 70 م/ث. إن الشكل أعلاه هو منحنى في الفراغ لقيم المسافات.

| الزمن (ث) | الزمن2 (ث2) | المسافة العمودية (م) | المسافة الأفقية (م) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 5 | 70 |
| 2 | 4 | 20 | 140 |
| 3 | 9 | 45 | 210 |
| 4 | 16 | 80 | 280 |
| 5 | 25 | 125 | 350 |
| 6 | 36 | 180 | 420 |

تكون المعادلات الرياضية لحساب مسار الأجسام المقذوفة بزاوية معينة أكثر تعقيدا من هذه إلا أنها تتبع منحنى معين أيضا كما هو موضح أعلاه. بيد أنه يجب ملاحظة أن هذه المسارات لا تأخذ بالحسبان مقاومة الهواء أو كروية الأرض. قام اسحاق نيوتن بدراسة هذه التفاصيل في الثمانينات من القرن السابع عشر.