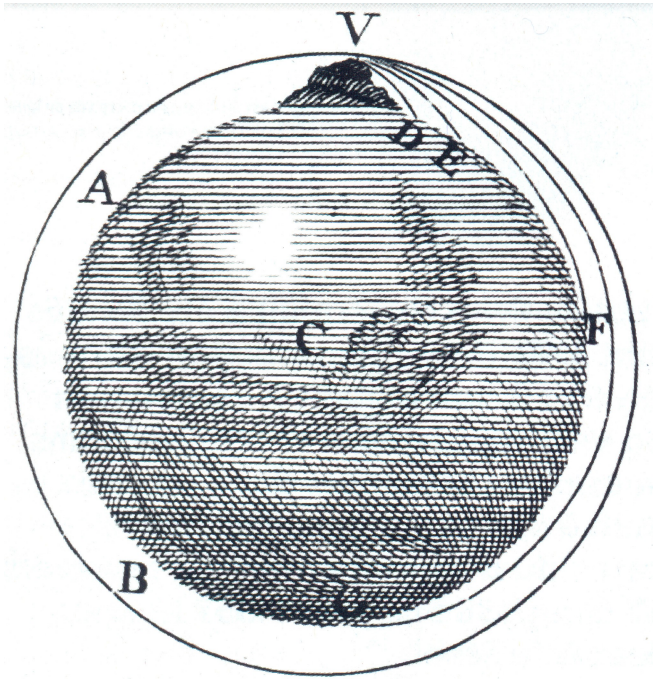




# IL TIRO NELLO SPAZIO

HOUSTON : ABBIAMO UN PROBLEMA !

Molti scienziati e fisici balistici, hanno tentato nel passato non troppo lontano di immaginare gli effetti dell'imponderabilità sulla traiettoria dei proiettili fuori dall'atmosfera, ciò in special modo, dopo la conquista dello spazio, cioè dopo gli anni '60, ma il problema del tiro nello spazio non si limita a ciò.

In effetti, per avvicinarsi della realtà, siamo stati obbligati a prendere in considerazione numerosi parametri dalle interazioni talvolta sorprendenti !

## L'assenza di aria

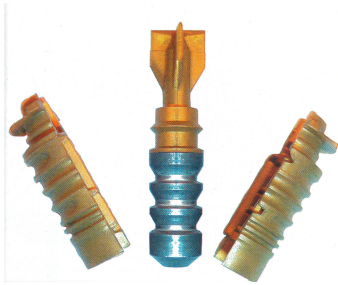
Nello spazio, l'assenza di aria e dunque di umidità rende inutili le giunture di impermeabilità richieste al livello terrestre per l'innesco e per il colpetto.

Anche, una cartuccia ricaricata in atmosfera (a livello del mare) alla pressione di 1 bar deve essere ben crimpata se non si vuol vedere il proiettile partire come un tappo appena giunti nel vuoto assoluto. Per altro, se l'assenza di aria non pone nessuna difficoltà per la combustione della polvere delle cartucce, la polvere contiene da sola l'ossigeno di cui ha bisogno, l'assenza di resistenza dell'aria che ne risulta si rivela in compenso più problematica. Difatti, i proiettili che non perdono più la loro velocità per ritardazione dovuta all'azione contraria della stessa rende la loro traiettoria non è più veramente parabolica.

Non è tuttavia lineare, ma piuttosto sinusoidale, poiché la loro durata di volo "infinito" obbliga a tenere conto dell'attrazione gravitazionale esercitata sui proiettili dal sole, i pianeti, i loro satelliti naturali... senza parlare dei rischi di collisione. Si noterà peraltro che l'assenza di aria e dunque di vento, permette di semplificare l'equazione della traiettoria, ad esempio la deriva che è assente nelle tre dimensioni. Anche la forma degli ogive si rivela senza incidenza sulla loro traiettoria. Le forme aerodinamiche sfuggenti di tipo boat-tail, prodotte per ridurre l'attrito nell'atmosfera, si ritrovano inutili su questo piano. I contenitori utilizzati per sparare proiettili sotto-calibrati restano solidali ad essi fino all'impatto, indipendentemente della loro densità... ad un'eccezione: certi contenitori o sabot, come quelli delle palla-freccette, tipo Sauvestre, all'uscita della canna, non a causa della frenata che si esercita nel senso opposto allo spostamento, ma sotto l'azione dei gas di propulsione posteriori, si distaccano come soffiti via verso la direzione di tiro.

## **La forma dei proiettili**

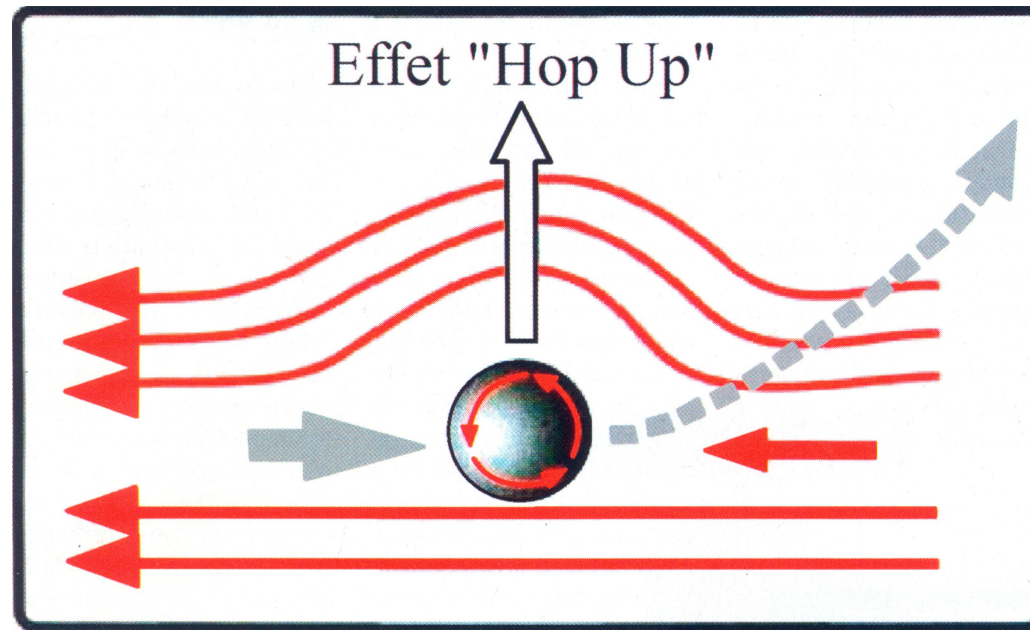
In compenso, la forma della punta conserva una funzione essenziale in balistica terminale. Le ogive al tempo stesso molto appuntite e molto dure hanno sempre tendenza a perforare il loro bersaglio, mentre i proiettili wad-cutter si fermano al contrario più facilmente, trasferendo una maggiore energia in un breve tempo. Le ogive a punta cava offrono in quanto prodotte per l'espansione una « petalizzazione » massima, nella misura in cui conservano fino all'impatto la loro velocità iniziale. Questa ultima è anche più elevata che su Terra perché, come detto, l'aria non incide più su di esso rallentandolo e non solo, nella canna non vi è aria all'atto dello sparo, ciò manifesta in un'accelerazione del proiettile maggiore all'uscita della canna. Inoltre, la concentricità dei proiettili non è più un fattore essenziale di



precisione poiché la scomparsa dello sfioramento dell'aria sul proiettile impedisce ogni destabilizzazione. Un proiettile che esce dalla canna conserva reciprocamente, dritto o di traverso la sua posizione fino all'impatto, senza potere raddrizzarsi. Idem se comincia a ribaltarsi su sé, il movimento risulta continuo. Un'ogiva perforante, o a punta cava rischia di ritrovarsi inefficace arrivando di traverso.

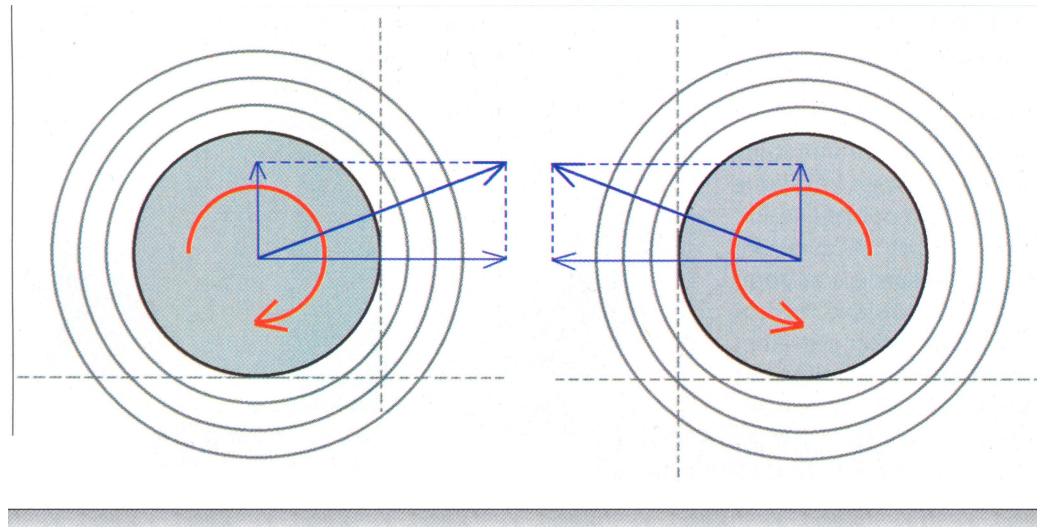
## L'effetto giroscopico

La traiettoria del centro di gravità è mantenuta in ogni caso, dunque, qualunque sia il movimento di rotazione del proiettile su se stesso, la traiettoria non varia. Se ne può concludere anche che l'effetto giroscopico non presenta nello spazio nessuno interesse sul piano balistico, in compenso, all'impatto, un'ogiva avendo acquistato una velocità di rotazione elevata rimane sempre più distruttrice che una che non gira su se stessa, a velocità di traslazione identica. Anche, per una stessa velocità angolare, si noterà che la velocità sulla superficie del proiettile è molto più elevata tanto più il suo diametro è importante, ecco quindi l'interesse nei grossi calibri che suscitarono le ricerche tedesche degli anni del secondo conflitto mondiale. La rigatura elicoidale conserva dunque un certo interesse, ma non tutto quello al quale pensate a prima vista.



## Le canne rigate

Abbiamo visto che per particolari motivi all'uscita della canna il proiettile è più veloce che se fosse sparato in atmosfera di aria, a livello del mare, questo permette di usare canne più corte. Si possono quindi ridurre le altezze delle righe, riducendo ulteriormente l'attrito e dunque avere un miglioramento del raggruppamento di colpi. Infine, si noterà che con l'assenza di aria, la deriva dei proiettili legati al senso di rotazione sparisce. Sulla Terra, ricordiamo difatti che un proiettile è deviato verso destra, e leggermente verso l'alto, o verso sinistra, e leggermente verso l'alto, a seconda che le righe elicoidali siano orientate rispettivamente verso la destra o verso la sinistra (rigatura destrorsa o sinistrorsa).



## Cuffie

Nello spazio, non vi è bisogno di cuffie poiché l'assenza di aria impedisce il propagarsi delle onde sonore. In compenso, se si incolla l'orecchio all'arma, le vibrazioni meccaniche dell'arma stessa possono essere percepite secondo il principio dello stetoscopio: allentamento delle molle di piatto, schiocco del percussore, compressione della molla recuperatrice, ecc. Nello spazio, dove regna il silenzio (livello ambientale di 0 dB), è anche possibile oscurare certe onde che passerebbero inosservate su Terra, a causa del brusio ambientale. Ciò significa anche che lo sparo dentro ad una stazione orbitale pressurizzata potrebbe assordare gli occupanti abituati al silenzio, anche se il livello sonoro misurato in dB è identico a quello sulla Terra. Tuttavia, il TSA (Trauma Sonoro Acuto), lo shock acustico è rigorosamente identico nei due casi.

## I silenziatori

Tra i fenomeni abitualmente osservabili in atmosfera, ma che scompaiono nello spazio, vi è l'onda preliminare che interviene quando il proiettile in fase di accelerazione nella canna spinge l'aria che si trova davanti a lui. Idem per l'onda di bocca che si produce in uscita dalla canna quando i gas si espandono velocemente mescolandosi all'aria. Sulla Terra, questa esplosione che si accompagna al flash di bocca è generatore di un fronte di onda supersonica che non ha più luogo nello spazio. Sparisce anche il fenomeno di implosione, allorchè i gas di combustione hanno lasciato la canna, o quando si sono raffreddati. Soppressa anche l'onda di irruzione, dovuta all'uscita del proiettile, così come il suo fischio, legato alla sua areodinamicità, ed il suo ronzio (difetto di stabilizzazione).

Invece, un osservatore che si mettesse vicino alla bocca della canna, nel cono di dispersione dei gas, avrebbe molte probabilità di essere raggiunto dal soffio e dunque di percepire una parte dell'onda di bocca. È solamente in questa situazione che un silenziatore potrebbe trovare utilità nello spazio, in quanto al muro del suono, nell'assenza di aria, non esiste !

## La temperatura

Ciascuno sa che la temperatura gioca un ruolo considerevole in balistica, poiché influisce direttamente sulla velocità di infiammazione delle polveri. Sulla Terra, gli specialisti del biathlon sanno anche che le canne devono essere forate ad un calibro leggermente superiore a .22" per il .22LR, per tenere conto della dilatazione, o piuttosto della costrizione, legata alle temperature rigida di gara.

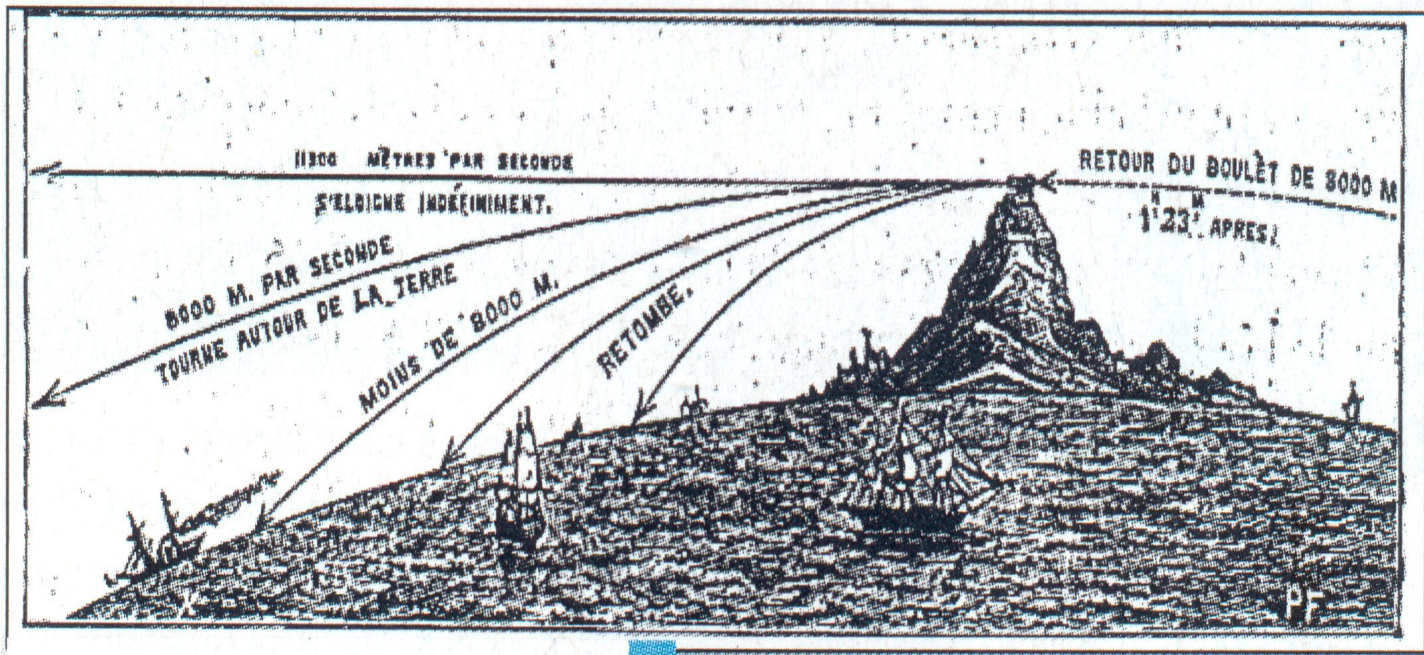
Nello spazio, la temperatura è di circa: - 270 °C!

Il calcolo della dilatazione differenziale tra i materiali della canna e del proiettile è dunque più che mai difficile da calcolare, è imperativo che la canna sia fabbricata in acciaio speciale per basse temperature,

per non esplodere come un bicchiere! Sul piano pirotecnico, ciò implica anche di optare per gli materiali insensibili al gelo, gli inneschi elettrici possono rappresentare un'alternativa interessante, e di conservare le cartucce in un luogo meno ostile fino al loro uso. In compenso, i gas checks che proteggono abitualmente il posteriore dei proiettili in piombo non sembrano più utili, il rischio di impiombatura della canna a causa di temperature eccessivamente alte si riduce al minimo. Ma tutti questi problemi svaniscono esponendo le armi e le munizioni al sole. Per curiosità, la temperatura lunare passa da + 120 °C al sole a - 180 °C all'ombra....

Nel caso di un'arma stivata ad un satellite, si possono distinguere due situazioni: canna o arma mantenuta all'ombra, canna esposta alla luce solare, l'arma può essere esposta solo da un lato alla volta verso il sole così da ricevere da un lato l'energia e dissiparla dall'altro. Nel primo caso, la temperatura è considerata come omogenea; nel secondo caso, la sua variazione può creare delle distorsioni nocive alla precisione. Anche, indipendentemente dal suo insolamento, si noterà che la canna posta nel vuoto si raffredderà meno rapidamente che nell'atmosfera, la dissipazione termica per conduttività è zero. Se prendiamo l'esempio di una lampada ad incandescenza, ci si accorge difatti che il caldo liberato all'esterno della lampadina è poca parte di quello irraggiato dal filamento di tungsteno scaldato a 3.400 °C. Anche, questo non è perché la conduttività termica del vuoto è zero ma che lo scambio termico non si ha. Lo scambio infatti richiede più tempo perché non si effettua più attraverso l'aria, nelle proporzioni che si hanno in atmosfera d'aria.





## Balistica

Si potrebbe pensare che la mira è una dei soli parametri invariabili, ma non è affatto così.

Si possono distinguere due situazioni: nello spazio libero e sulla Luna.

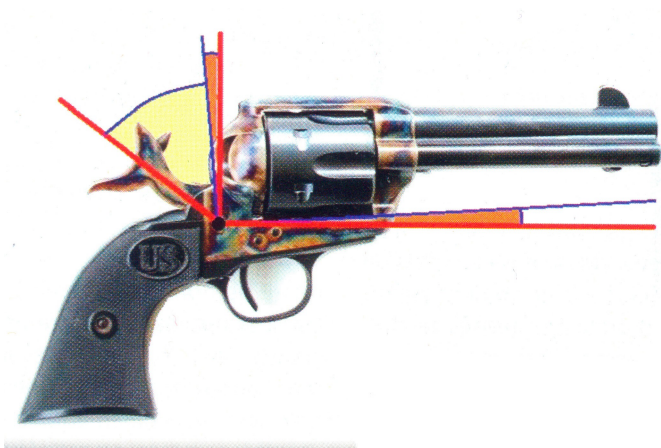
Nel primo caso, la traiettoria pressappoco rettilinea non richiede nessuna correzione, se si accetta di conservare tra i punti mirato e l'impatto lo stesso scarto che è quello formato dagli organi di mira e la canna. Sulla Luna una correzione si impone per compenso, in funzione della distanza di tiro, ma nelle deboli proporzioni dovute alla sua gravità.



Ora, nello spazio, non c'è aria. Altro aspetto da mettere in conto: le cartucce traccianti sono inutili, perché l'assenza di ossigeno impedisce la combustione del fosforo e del magnesio, infatti la loro reazione chimica non è comparabile con quella della polvere propellente che contiene al tempo stesso il combustibile ed il comburente.

Quelli che utilizzano dei designatori laser saranno delusi l'assenza di pulviscolo fa perdere la sua visibilità. Ciò può sembrare paradossale, ma sul piano pratico, diventa quasi impossibile seguire il movimento del punto rosso, la luce che si perde nel vuoto senza incontrare mai un ostacolo .... Il punto rosso è dunque solamente visibile se è sul bersaglio, ciò che fa perdere al laser una parte del suo interesse. Difatti, non serve che a convalidare una mira presa, o eventualmente a puntare una zona particolare del bersaglio se la sua dimensione lo permette. Ma la cosa più buffa resta probabilmente il fatto che si possa mirare un bersaglio che non esiste più !

Nello spazio, come abbiamo detto, sono permessi dei tiri molto lunghi, è possibile prendere come bersaglio un oggetto la cui distanza è così grande che si misura in anni-luce. Ma a questo punto anche il tempo che l'immagine dell'oggetto mirato ha impiegato a giungere fino all'osservatore, non è più irrisorio, il bersaglio può essersi spostato. In questo caso, si tira un proiettile su un bersaglio che non esiste più. Questo fenomeno è conosciuto perfettamente dagli astrofisici.



## Il rinculo

Basi sul principio "azione-reazione", l'indietreggiamento inizia già prima dello sparo vero e proprio! Difatti, il semplice movimento del cane genera una reazione contraria da parte dell'arma. Se si immagina un revolver galleggiante nello spazio, cane armato e che riesce a distanza a sganciare il suo cane, si accorgerà che la canna va a cominciare ad alzarsi fin dal movimento di rotazione del cane, movimento relativo in proporzione alle masse messe in movimento. Anche, il lancio del solo percussore, provoca l'indietreggiamento dell'arma... eliminati altri attriti, ogni minima forza viene esaltata nel vuoto. Questo principio è ancora più facilmente osservabili con un MP che funziona a culatta aperta, poiché la massa in movimento rappresenta una larga parte della massa totale dell'arma. Con molta probabilità, per tiri estremamente lunghi, cogliere il bersaglio sarà veramente una questione di fortuna ! Viene poi l'indietreggiamento dovuto all'accelerazione del proiettile e in fine alla fuoriuscita dei gas e quindi all'effetto razzo.

Ciò vale anche per la reazione dell'arma alla presa delle righe del proiettile: se la canna ha rigatura a destra, l'arma va a girare in senso antiorario.

## Miti e realtà

Questa fisica divertente ci porta così a rompere certi miti. Innanzitutto, contrariamente a ciò che molte persone potrebbero pensare, un satellite in orbita che sparasse un proiettile nell'asse della sua orbita non ha quasi nessuna probabilità di essere raggiunto da questo durante le orbite successive. Difatti, il proiettile che si sposta, finisce per prendere la tangente e cambiare orbita, rendendo improbabile il suo incontro con il suo proprio lanciatore. Tuttavia, se si considera che il proiettile è lanciato a 1.000 m/s, da un satellite che viaggia già a 8 000 m/s, la sua velocità di impatto con un bersaglio immobile sarà di 9.000 m/s. Ma se il bersaglio è un altro satellite che arriva in senso contrario alla stessa velocità, l'impatto sarà a 17.000 m/s ! In compenso, se il primo satellite tenta di tirare su quello che ha appena l'incrociato, (sparandogli alle spalle), il proiettile lanciato a 1.000 m/s non giungerà mai a colpire il suo bersaglio poiché lo scarto di velocità di 7.000 m/s renderà impossibile raggiungerlo.

Altra teoria erronea concernente il principio di azione-reazione: l'uso di un revolver sulla Luna permetterebbe all'astronauta di spostarsi senza sforzo fino a uscire da un cratere dalle pareti ripide in cui sarebbe caduto. Questo concetto non richiede molto tempo per una dimostrazione di inattendibilità.

Se si considera così la relazione " $m v = M V$ ", ci si accorge che un astronauta di 100 kg tutto attrezzato che trarrebbe un proiettile da 10 g a 500 m/s verrebbe spinto all'indietro alla velocità di 0,05 m/s, o 5 cm/s. Anche, tenuto conto dell'attrazione lunare, il tiro verticale di una tale cartuccia verso il basso, comparabile ad un .357" Magnum a piena carica, non permetterebbe di lottare contro la gravità che è circa 0,03 mt/secondo!

Diversamente, per chi si trova allo stato di imponderabilità, sospeso nel vuoto, bisognerebbe tirare in continuo alla cadenza di circa 2 000 cp / min! È solamente a partire da questa soglia che la risultante delle forze è zero, e l'astronauta potrebbe sperare di uscire da un baratro.

Sulla Terra, dove la gravità è pressappoco 6 volte più elevata, lo stato di imponderabilità non sarebbe raggiunto dunque che tirando alla cadenza di 12 000 cps / min!

Invece, sempre nello spazio ma lontano di ogni campo gravitazionale, il tiro di una sola cartuccia permetterebbe allo stesso astronauta di spostarsi alla velocità di 0,05 m/s... finché ne tira rigorosamente un secondo nella direzione opposta per fermarsi. Solamente in questo caso, un astronauta che non potrebbe raggiungere la sua stazione orbitale potrebbe utilizzare un revolver per spostarsi. In compenso, provare a "nuotare" nel vuoto non gli servirebbe a niente poiché il suo centro di gravità resterebbe immobile! È per ciò del resto che gli astronauti effettualo delle uscite extraveicolari portano generalmente sulla loro schiena un kit di manovra che funziona per proiezione di azoto...

Altra riflessione concernente il tiro sulla Luna: esiste un valore di velocità iniziale per la quale un proiettile tirato in verticale dalla Luna finisce per staccarsi all'attrazione e non ricadere sulla Luna. Esso è 2.400 m/s ma sulla Terra, questo valore sale a 11.200 m/s ! Le prove balistiche hanno dimostrato che le velocità ottenute grazie alle polveri moderne seguivano una curva logaritmica che si arrestava a 3.000 m/s. Ma allora, come fa un razzo a lasciare la Terra? In effetti, riesce in questo solo perchè la sua spinta/accelerazione è continua...

Infine, è stato dimostrato già matematicamente da Isaac Newton, che un proiettile sparato orizzontalmente che viaggia alla velocità costante di 8.000 m/s, non ricadrà mai sulla terra.

Gaston Depelchin