



Laboratorio

FISICA IN MOTO

un ponte tra scuola
e impresa

Fisica in Moto è il laboratorio didattico interattivo di fisica realizzato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, dal Liceo Malpighi di Bologna e dalla Ducati, destinato agli studenti delle scuole medie superiori italiane e europee.



Fisica in Moto è il laboratorio didattico interattivo di fisica collocato all'interno della Ducati, frutto di una significativa sinergia tra scuola ed azienda.

moto e momento angolare, e vengono costruiti concetti più complessi, come quello di momento e di potenza. In questo contesto le leggi di Newton, i teoremi dell'impulso e del momento angolare, non più concepiti come entità regolatrici astratte, possono essere riconosciuti a partire dagli esperimenti e dalla riflessione sulla natura e le relazioni delle grandezze fisiche in gioco.

Le tre stanze del laboratorio propongono un percorso completo sulle leggi della dinamica relativamente alle traslazioni e alle rotazioni. I punti di partenza sono i concetti di quantità di moto e di momento angolare, pensati come grandezze fisiche che si conservano: esse possono essere contenute nei corpi e, tramite interazioni, possono essere scambiate tra corpi, prelevate da o dissipate a terra. La scelta di questo percorso è motivata dalla grande varietà di aspetti e di concetti che con tale approccio è possibile aprire, pur richiedendo solo conoscenze matematiche di base.

Attraverso l'esperienza diretta, o il richiamo all'esperienza comune, vengono via via chiariti e approfonditi concetti elementari, quali quello di forza, di massa inerziale o di momento d'inerzia; viene riconosciuta la natura vettoriale di quantità di



La prima stanza riproduce dei tavoli di lavoro reali di un'officina Ducati, che gli studenti possono utilizzare in prima persona. La seconda stanza

propone una serie di grandi esperimenti interattivi per la riflessione sulle grandezze fisiche fondamentali e le leggi della dinamica. Infine, l'ultima stanza costituisce un invito agli studenti ad applicare i concetti analizzati direttamente alle moto GP.

La strategia didattica proposta è quella di introdurre gli studenti ai concetti fisici a partire dall'esperienza, per poi guidarli nel percorso della costruzione dei modelli concettuali.

Sala 1

L'officina della fisica



È il momento!



Concetti fisici trattati

Momento di una forza

Elementi della postazione

Braccio di ferro, basetta filettata, misuratore di coppia, chiavi, viti

Come si svolge l'esperimento

Fase I

Si chiede a due ragazzi di sfidarsi al braccio di ferro, disponendosi davanti alle due leve.

Inizialmente impugnano con una mano la manopola esterna e fanno a gara per vedere chi è più forte.

Successivamente si rilancia la sfida posizionando il vincitore sulla manopola interna, mentre lo sfidante continua ad impugnare quella esterna.

Si può infine eseguire la prova inclinando una delle due leve di 45° .



Fase II

Si avvitano diverse viti sulla basetta filettata, utilizzando per ognuna di esse la chiave adatta. In un secondo momento si esegue il serraggio, utilizzando una chiave più lunga. Si utilizza il misuratore di coppia per misurare le coppie di serraggio che si ottengono con le chiavi di diversa lunghezza.

Cosa osservare e su cosa riflettere

Fase I

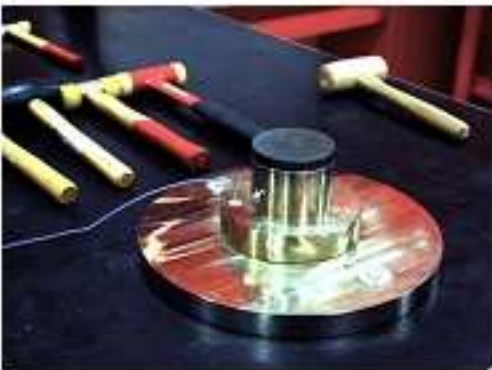
Lo studente, che inizialmente ha vinto la prova di forza con manopole poste ad uguale distanza, si trova svantaggiato nel ripetere l'esercizio utilizzando la manopola interna. Si nota dunque che, per mettere in rotazione il braccio di ferro non conta solo la forza che si applica, ma anche il punto in cui la si esercita rispetto all'asse di rotazione. Si introduce così il concetto di momento di forza.

Fase II

La forza muscolare che una persona può esercitare rimane costante, ma il serraggio sulla vite cambia al variare della lunghezza della chiave utilizzata.

Richiamando il concetto di momento della forza, si spiega perché sia necessario utilizzare per ogni vite la giusta chiave.

Postazione dei martelli



Concetti fisici trattati

Urto, quantità di moto, impulso della forza

Elementi della postazione

Cella di carico, martelli

Come si svolge l'esperimento

Fase I

Si chiede ad uno studente di premere sulla cella di carico e successivamente di dare un leggero pugno al sensore.

Fase II

Si prende un martello e lo si lascia cadere sulla cella di carico da diverse altezze.

Fase III

Si utilizza un secondo martello dello stesso materiale, ma di diversa massa. Si lasciano cadere i 2 martelli da altezze uguali

Cosa osservare

Fase I

Visualizzando sullo schermo l'effetto che il pugno produce sulla cella di carico, si osserva che si riesce a imprimere una forza molto maggiore rispetto alla semplice pressione. Negli urti le forze sono tanto più intense quanto maggiore è la velocità relativa dei sistemi che interagiscono.

Fase II

Si osserva che il valore della forza dipende dalla velocità di caduta del martello. Maggiore è la velocità, maggiore è la forza.

Fase III

Pur raggiungendo la cella di carico con la stessa velocità, i martelli esercitano forze diverse. La forza rappresentata nel grafico raggiunge un'intensità maggiore o minore a seconda della massa del martello e della variazione di velocità.

Si introduce la quantità di moto come la grandezza fisica, che mette in relazione massa e velocità, e l'impulso della forza come variazione della quantità di moto.

Frizione



Concetti fisici trattati

Attrito

Elementi della postazione

4 blocchi frizione, 4 avvitatori verticali

Come si svolge l'esperimento

Si smonta e si rimonta una frizione a secco Ducati.

Cosa si osserva

Si esplora il funzionamento della frizione e si osserva come si sfrutta l'attrito per trasferire gradualmente il moto dal motore alle ruote.

Pit stop

Concetti fisici trattati

Attrito radente, attrito volvente

Elementi della postazione

Perno di supporto, ruota, bronzina, cuscinetti a sfere, distanziale, pomello di chiusura



Come si svolge l'esperimento

Si invita uno studente a mettere in rotazione due ruote, una montata su di una bronzina e l'altra montata su un sistema di cuscinetti a sfera, chiedendo di osservare quale delle due si fermi prima.

Si chiede di smontare le ruote e si discute della differenza tra la bronzina e i cuscinetti a sfera.

Si rimontano le ruote dopo aver lubrificato la bronzina e si ripete l'esperimento.

Cosa si osserva

Per il cerchio montato sulla bronzina, in assenza di lubrificazione, le forze di attrito di tipo radente, dovute allo strisciamento del cerchio sulla bronzina, tendono a frenare rapidamente le ruote.

Il cuscinetto a sfera, sottoposto ad attrito volvente, consente di eliminare lo strisciamento tra perno e ruota.

Per ridurre l'attrito radente è possibile lubrificare la bronzina con olio.

Desmopower



Concetti fisici trattati

velocità angolare, leva, forza elastica

Elementi della postazione

Valvole, semianelli, registro di chiusura, bilancieri, albero a camme

Come si svolge l'esperimento

Si smonta e si rimonta un modello di meccanismo di distribuzione desmodromica Ducati.

Cosa si osserva

Nel sistema di distribuzione desmodromica il movimento della valvola è guidato rigidamente sia in apertura che in chiusura, a differenza del sistema tradizionale che affida la chiusura alla forza elastica di una molla.

Sedie a molla



Concetti fisici trattati

Moto armonico, ampiezza, frequenza, risonanza.

Elementi della postazione

Due sedie racing-style dotate di speciali supporti a molla, sistema di acquisizione dati.

Come si svolge l'esperimento

Si invita uno studente a sedersi su ciascuna sedia e gli si chiede di oscillare verticalmente con regolarità. Contemporaneamente un sistema elettronico acquisisce il moto oscillatorio della sedia.

Cosa si osserva

Analizzando le registrazioni dei moti si riconosce che per ciascuna sedia esiste una frequenza privilegiata alla quale occorre attestarsi per ottenere la massima ampiezza col minimo sforzo. Tale frequenza è propria di ogni sistema oscillante.

Sala 2

Gli attori dei principi fisici



Piano senza attrito



Concetti fisici trattati

Quantità di moto, massa inerziale

Elementi della postazione

Piano in granito lucidato, cursori con cuscinetti a sfere a basso attrito, cubi di stesso volume e forma, ma diverso materiale.

Come si svolge l'esperimento

Si posizionano due cubi di massa e materiale diversi e si posizionano con cura sui cursori.

Fase I

Si invita uno studente a mantenere i cubi in lento movimento.

Fase II

Si chiede di mettere in movimento i due cubi osservando quale dei due si arresta per primo.

Fase III

Si chiede di simulare la scrittura della propria firma con entrambi i cubi.

Cosa si osserva

Fase I

Per mantenere in movimento i cubi non si notano apprezzabili differenze.

Fase II

Il cubo che si ferma per primo è quello dotato di minor quantità di moto, che risulta essere quello di massa minore.

Fase III

Imprimendo ai cubi continue variazioni di velocità si notano differenze: masse diverse richiedono impulsi diversi.

Ring



Concetti fisici trattati

Interazione tra masse, scambio di quantità di moto

Elementi della postazione

Due poltrone su cuscinetti poste su un piano di granito lucidato e a basso attrito.

Come si svolge l'esperimento

Fase I

Si invita uno studente a sedersi su una sedia e gli si chiede di spostarsi senza interagire con l'esterno.

Fase II

Si propone allo studente di interagire con l'esterno per muoversi.

Fase III

Si invita un altro studente a sedersi sull'altra sedia e a spingere il suo compagno.



Cosa si osserva

Fase I

Per quanto grande possa essere lo sforzo dello studente, lo spostamento che riesce a ottenere è quasi nullo.

Fase II

Spingendosi con le mani contro i bordi o con i piedi sul pavimento del ring lo studente riesce a muovere la sedia con facilità.

Fase III

I ragazzi si muovono in direzione opposta con velocità diverse in relazione alle loro masse suggerendo che tra loro avvenga lo scambio di una stessa quantità di moto.

Sensore di Forza, accelerazione, velocità



Concetti fisici trattati

Relazione tra forza, velocità, massa e accelerazione

Elementi della postazione

Rotaie rettilinee, carrelli, sensori di forza e accelerazione, sistema di acquisizione dati.

Come si svolge l'esperimento

Fase I

Si esplora il funzionamento di un sensore di forza e accelerazione posto su un carrello.

Fase II

Si chiede a uno studente di muovere il carrello lungo una rotaia, invertendo più volte il senso di marcia con frequenza non regolare.

Cosa si osserva

Fase I

Sul monitor sono visualizzati i grafici dell'andamento di accelerazione, forza e velocità (calcolata) nell'intervallo di tempo di osservazione.

Fase II

Si riconosce che non c'è correlazione fra la forza impressa al carrello e la sua velocità, mentre c'è relazione di proporzionalità diretta fra forza e accelerazione con coefficiente pari alla massa.

Gara con la macchina di Flechter



Concetti fisici trattati

Forza, massa, accelerazione

Elementi della postazione

Rotaie rettilinee, carrelli, modellini di motociclette Ducati, masse avvitabili, "marmug", macchina fotografica digitale, pulsante di partenza, fotocellule, bilancia.

Come si svolge l'esperimento

Due carrelli collegati attraverso due cordicelle a due pesi trainanti sono liberi di muoversi lungo due guide rettilinee. Quando i pesi vengono lasciati cadere, trascinano i carrelli applicando forze costanti.

Fase I

Vengono posizionati sui carrelli due modellini Ducati uguali. Si appendono due pesi trainanti uguali e si esegue la gara delle moto.

Fase II

Viene ripetuta la fase I, aggiungendo masse avvitabili sui carrelli oppure ai pesi di traino.

Fase III

Si monta sul carrello il modellino di moto dotato di lampeggiatore stroboscopico Marmug. Viene attivato lo scatto della macchina fotografica tramite la connessione a distanza senza fili e si fa partire il carrello.

Cosa si osserva

Fase I

Si osserva che la stessa forza applicata su oggetti con stessa massa produce gli stessi effetti.

Fase II

Si osserva che è più efficace l'aggiunta di una massa avvitabile al peso di traino che a un carrello..

Fase III

Viene scattata una foto stroboscopia che verrà lasciata all'insegnante come materiale per una discussione in classe.

Giostra del momento angolare



Concetti fisici trattati

velocità angolare, momento di inerzia, momento angolare.

Elementi della postazione

Trave libera di ruotare sul suo supporto centrale, sella di moto, contrappeso.

Seduta e contrappeso si possono muovere contemporaneamente e in direzioni opposte lungo la trave, comandati da un motore elettrico.

Come si svolge l'esperimento

Fase I

Si invita uno studente a sedersi sulla sella e a posizionarsi all'estremità della trave e si chiede a un altro studente, in un primo tempo di mettere in rotazione lenta la giostra e, in un secondo tempo, di farla oscillare avanti e indietro.



Fase II

Si invita lo studente sulla sella a posizionarsi vicino al fulcro. La giostra viene messa in rotazione con una spinta e si chiede allo studente di leggere il valore della velocità angolare visualizzata sul cruscotto.

Fase III

Si ripete la fase II con lo studente posizionato lontano dal fulcro

Fase IV

Si chiede allo studente di utilizzare i comandi e di spostare la sella vicino al fulcro mentre la trave è in rotazione.

Cosa si osserva

Fase I

Lo studente che spinge la sella lentamente avverte uno sforzo quasi nullo, mentre quando la fa oscillare avverte una certa resistenza. Questo, in analogia con quanto visto nell'esperimento del piano senza attrito, fa presupporre la presenza di una massa inerziale rotazionale che in fisica prende il nome di momento di inerzia.

Fase II

Si nota che con un impulso rotazionale si trasferisce quantità di moto rotazionale, che in fisica prende il nome di momento angolare.

Fase III

La velocità angolare letta sul cruscotto è minore rispetto alla fase II, anche se l'impulso fornito è lo stesso. Questo suggerisce che il momento d'inerzia dipende da come la massa è distribuita lungo il braccio.

Fase IV

Spostando la sella verso il centro mentre la trave è in rotazione, la velocità angolare aumenta. Il momento angolare resta costante perché non vi è alcun momento applicato, quindi a variare è il momento d'inerzia.

Pista centripeta



Concetti fisici trattati

Forza centripeta

Elementi della postazione

Pista con sponde laterali, automodello elettrico radiocomandato dotato di trasduttore forza-segnale acustico



Come si svolge l'esperimento

Fase I

Si invita uno studente a prendere in mano il modello e a provare ad esercitare con la mano una forza sul trasduttore per comprenderne il funzionamento.

Fase II

Si posiziona l'automodello nella pista e lo si fa correre a velocità costante, rilevando il suono emesso dal trasduttore. La prova viene ripetuta a diverse velocità.

Cosa si osserva

Fase I

Il trasduttore montato sul modello emette un suono la cui frequenza varia proporzionalmente alla variazione della forza. Un suono più acuto indica una forza più intensa

Fase II

Quando il modello si muove lungo la pista, le sponde lo costringono a rimanere all'interno della pista. La forza esercitata sul modello è diretta verso il centro della pista e aumenta all'aumentare della velocità.

Sala 3

il GP della fisica



Moto giroscopica



Concetti fisici trattati

Momento giroscopico

Elementi della postazione

motocicletta, supporto per simulare il rollio, tamponi laterali, ruota anteriore motorizzata, manopola del gas, display con indicazione di velocità.

Come si svolge l'esperimento

Fase I

Si invita uno studente a salire sulla moto e di muovere lo sterzo, a ruota anteriore ferma.

Fase II

Si chiede allo studente seduto sulla moto di sterzare bruscamente, a ruota anteriore in movimento.

Cosa si osserva

Fase I

Muovendo lo sterzo della moto con la ruota anteriore ferma, non accade nulla.

Fase II

Se la ruota gira a velocità sostenuta, una rapida rotazione dello sterzo in una direzione produce sul telaio della moto un momento torcente che la fa inclinare. Tale effetto prende il nome di momento giroscopico.

Moto cinematica



Concetti fisici trattati

Rapporto di trasmissione.

Elementi della postazione

Motore Bicilindrico Ducati con coppia di steli "spingipistone" per azionamento manuale, telaio a Traliccio, leva cambio ad azionamento manuale, gruppo forcellone - ruota posteriore.

Come si svolge l'esperienza

Si invitano due studenti ad utilizzare gli steli "spingipistone", per mettere in rotazione il motore e si chiede ad un terzo studente di variare il rapporto del cambio.

Cosa si osserva

I due studenti che utilizzano gli spingipistone simulano il movimento dei pistoni in un motore. La loro spinta produce un valore massimo di velocità, che viene visualizzato su di un monitor. Per aumentare tale velocità è necessario cambiare il rapporto di marcia.

X-Moto



Concetti fisici trattati

Coppia, potenza

Elementi della postazione

X-Moto, volano con encoder, freno regolabile, sistema di acquisizione

Come si svolge l'esperienza

Si invita uno studente a salire in sella della X-Moto e ad iniziare a pedalare per riscaldarsi.

Fase I

Si attende il segnale del sistema di acquisizione e si esegue una prova di accelerazione con partenza da fermo. Il sistema registrerà i parametri (coppia, velocità e potenza massime) e li mostrerà sullo schermo.



Fase II

Lo studente segue le indicazioni del computer, raggiunge la velocità indicata e cerca di mantenerla mentre il freno automatico aumenta nel tempo la coppia resistente.

La prova viene ripetuta per diversi valori di velocità.

I risultati vengono visualizzati direttamente sullo schermo.

Cosa si osserva

Fase I

Durante la prova di accelerazione, il sistema calcola la coppia che si sta esercitando e la potenza in funzione della velocità. I valori di coppia riportati sul diagramma risultano diversi per diverse velocità.

Fase II

Si osserva che è possibile mantenere la velocità richiesta, finché il freno esercita una coppia frenante inferiore alla coppia massima. Ciò suggerisce che si può fornire qualunque valore di coppia, purché inferiore alla coppia massima per quella data velocità.