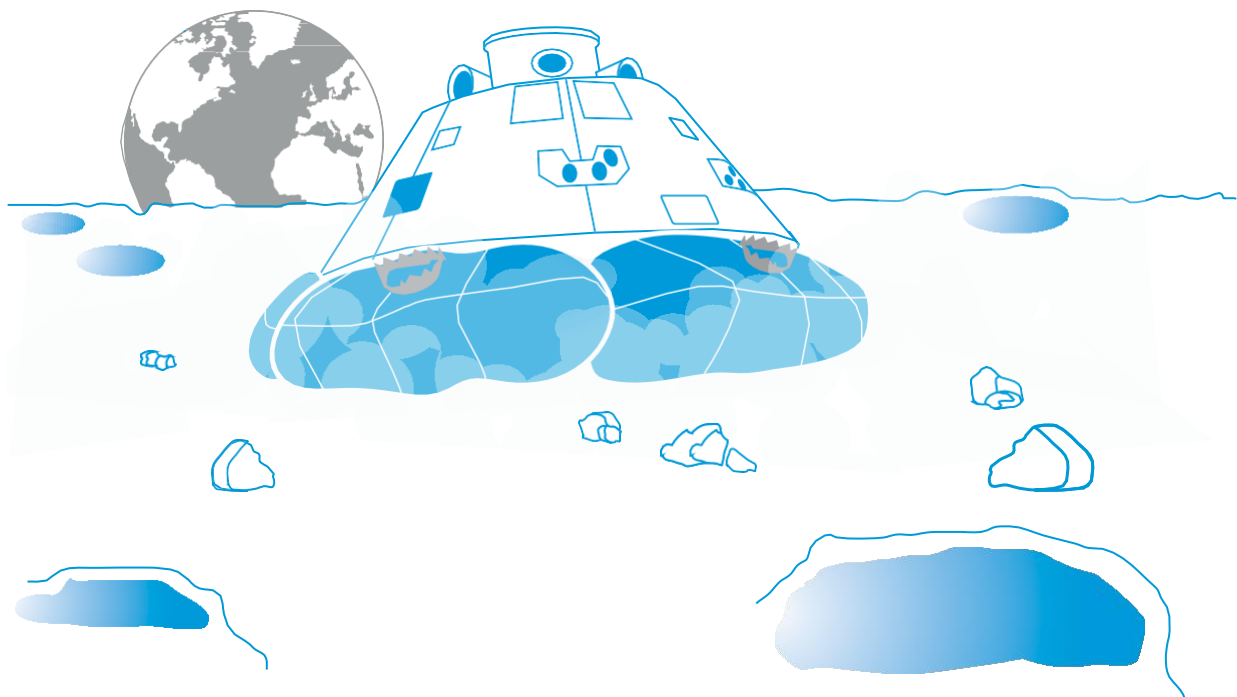


Insegnare con lo spazio

→ Atterrare sulla Luna

Pianificare e realizzare un lander lunare



→ ATTERRARE SULLA LUNA

Progettare e costruire un lander lunare

→ Attività 1: progettare e costruire un lander lunare

L'Agenzia Spaziale Europea (ESA) vi ha chiesto di disegnare un lander che può portare un astro-uovo senza rischi sulla Luna.

Esercizio

Come nel mondo reale siete in competizione con le altre organizzazioni (gruppi) per aggiudicarvi un contratto con ESA.

La vostra missione è quella di costruire un lander che porti un astro-uovo sulla luna!

Requisiti:

- Il lander deve passare un test di caduta sulla Terra e l'astro-uovo deve sopravvivere all'atterraggio.
- Potete utilizzare solo i materiali a disposizione.
- Il lander deve rispettare un budget massimo (1 miliardo di euro).
- Il lander deve atterrare con precisione su un sito di atterraggio.
- Dovete presentare un'analisi del rischio e un progetto.
- Dovete completare il disegno e costruire il lander nel tempo assegnato.

Costi obbligatori: training astro-uovo 300 milioni, costo del lancio 1 milione per grammo. Un astro-uovo pesa circa 50 grammi!

Lo sapevate?

Il costo totale della missione Apollo che ha portato l'uomo sulla Luna è stato di 24,5 miliardi di dollari, che equivale a più di 200 miliardi considerata l'inflazione. Nel 2018, il budget totale dell'ESA era di 5,6 miliardi di euro. Oggi, le agenzie spaziali e le industrie lavorano insieme per sviluppare un programma più sostenibile dell'esplorazione lunare. Oggi ancora vengono utilizzate parte delle infrastrutture create negli anni 60: camere di test, pedane di lancio, centro di controllo, stazioni di terra, conoscenza ingegneristica, tecnologia. Per questo motivo, oggi, il programma di esplorazione spaziale è più sostenibile.

Buzz Aldrin at work at the Eagle landing module on the lunar surface.



→

Piano di valutazione del rischio

Quando si disegna una missione ci sono due fattori principali da tenere in considerazione: rischio e costo. Per la vostra missione volete essere sicuri che il vostro astro-uovo atterri senza rischi, ma al contempo volete preparare una missione a prezzi accessibili per vincere il contratto con ESA.

Mettete i rischi elencati a destra nella matrice di valutazione del rischio in accordo con la probabilità che si verifichino e le conseguenze se dovessero verificarsi:

| | | Conseguenze | | | | |
|------------|-------------|--------------------|--------|----------|----------|-------------------|
| | | Insignifican te | Minore | Moderato | Maggiori | Catastrofich e |
| Likelihood | Quasi certe | | | | | |
| | Probabili | | | | | |
| | Possibili | | | | | |
| | Improbabili | | | | | |
| | Rare | | | | | |

- 1) Atterraggio in un punto diverso da quello prestabilito
- 2) Cambiamenti inaspettati ai requisiti
- 3) L'astro-uovo non sopravvive
- 4) Cambiamenti inaspettati al budget
- 5) Alcuni materiali non sono più disponibili
- 6) Alcuni materiali diventano troppo costosi
- 7) Il lander ha una massa troppo elevata
- 8) Un altro gruppo ha un progetto più efficiente ed economico
- 9) Cambiare il progetto più volte vuol dire che il lander costa troppo
- 10) Ritardi nel progetto
- 11) Il lander si danneggia nella fase di test
- 12) Il lander si danneggia durante il trasporto
- 13) Il lander si danneggia durante la fase di atterraggio

Selezionare tre rischi maggiori e scrivere una azione di mitigazione del rischio:

- 1) Rischio #: _____ Piano alternativo: _____

- 2) Rischio #: _____ Piano alternativo: _____

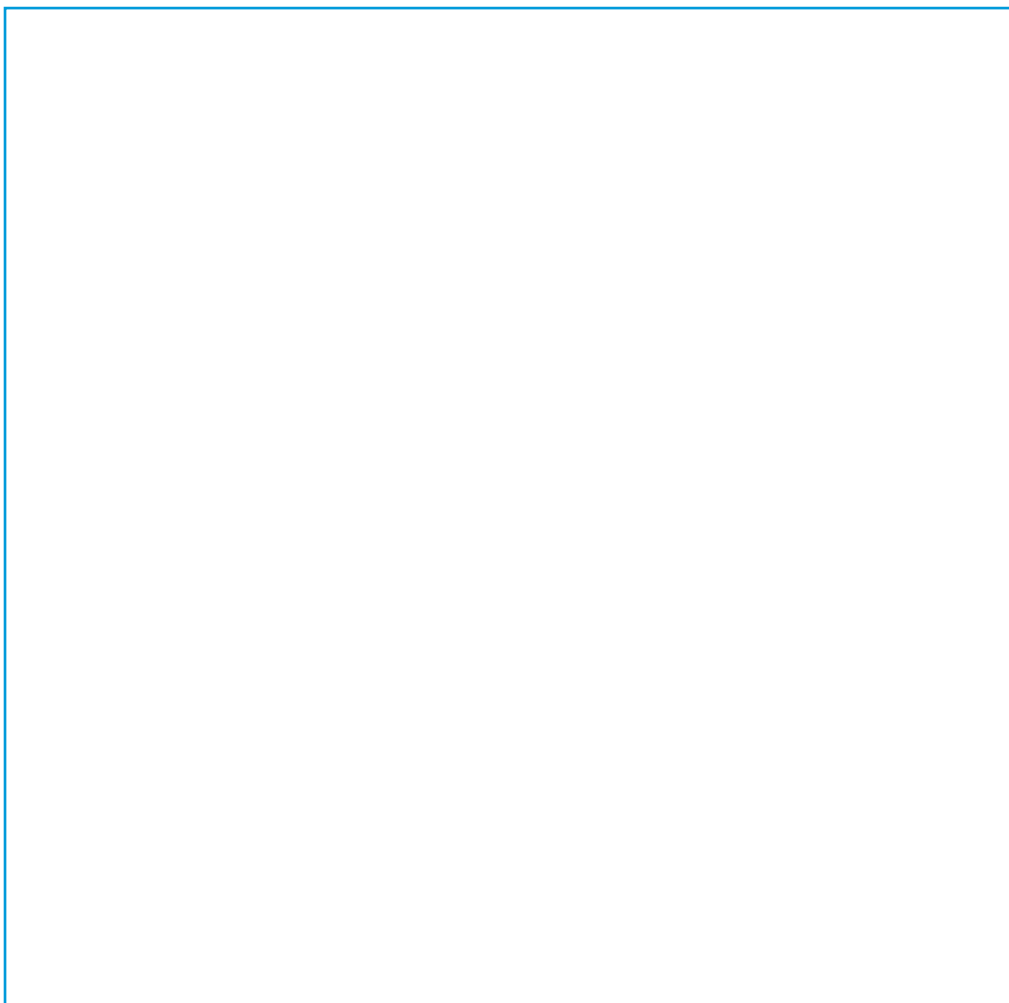
- 3) Rischio #: _____ Piano alternativo: _____

Design study

Nome del modulo lunare _____

Nome dell'astro-uovo _____

Controllate la lista dei materiali disponibili e il loro costo. Fate un disegno accurato di come deve essere il vostro lander. Discutete di come le differenti parti e i differenti materiali agiscono per proteggere l'astro-uovo. Fate un piano finanziario per il vostro lander, basato sul costo dei materiali a non dimenticate di includere il costo del lancio e il training dell'astro-uovo:



| Materiale | Prezzo Unitario | Quantità | Prezzo |
|-----------|-----------------|----------|--------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

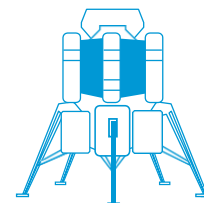
| | |
|--|--|
| Costo del lander | |
| Massa totale (astro-uovo + lander) | |
| Prezzo del lancio | |
| Prezzo dell'addestramento dell' astronaut | |
| Prezzo totale (lander + lancio + addestramento) | |

→ **Attività 2: Test del modulo lunare**

Esercizio 1

1. Prima del lancio, prendete nota delle condizioni di volo (vento, pioggia, tipo di sito di atterraggio, etc.).

Assicurati che il tuo astronaut stia comodo. Prepararsi al test.



Pronti! Ai posti! Lanciare!!

2. L'astro-uovo è sopravvissuto al lancio? **Si** _____ **No** _____

3. A che distanza dal bersaglio si è fermato il tuo lander? _____ **cm**

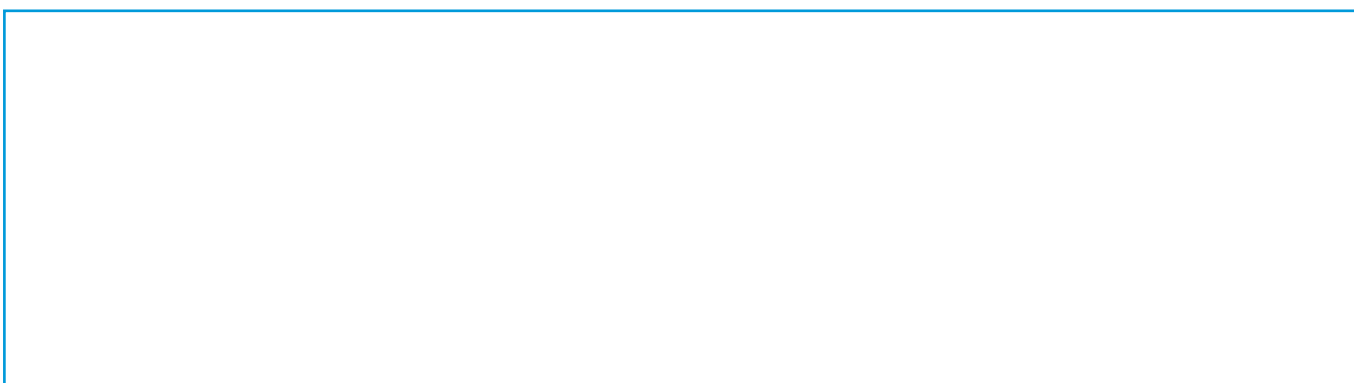
4. Il tuo piano ha funzionato bene? C'è qualcosa che faresti in modo differente ora?

5. Dopo aver assistito al lancio di ciascun gruppo, avete notato caratteristiche ricorrenti nei disegni dei lander nei quali l'astro-uovo è sopravvissuto?

Esercizio 2

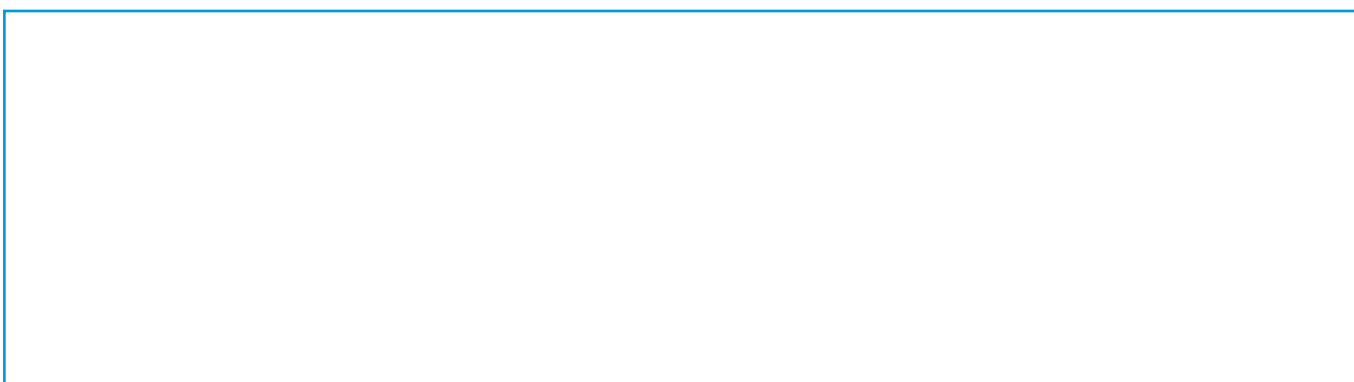
Per questo esercizio dovrete utilizzare lo spostamento del lander in funzione del tempo

1. Calcolate la velocità di impatto del lander usando il grafico della posizione y in funzione del tempo



2. Disegnate la componente y della velocità in funzione del tempo. Stimare la velocità di impatto dal grafico. Corrisponde a quella calcolata sopra? Spiegate le differenze, se ce ne sono.

3. Usate il grafico della velocità lungo y in funzione del tempo per calcolare l'accelerazione del lander lungo y .



4. L'accelerazione di gravità è di 9.8 m/s^2 . Spiegate perché non misurate questo valore.

→ **Attività 3: Atterrare sulla Luna**

E' ora di prepararsi ad allunare. Avete testato il vostro lander sulla Terra, ma cosa succederà quando dovrà atterrare sulla Luna?

1. Ci sono molte differenze fra atterrare sulla Terra e sulla Luna:

| Atterrare sulla Terra | Atterrare sulla Luna |
|-----------------------|----------------------|
| 1. _____ | 1. _____ |
| 2. _____ | 2. _____ |
| 3. _____ | 3. _____ |

1. L'accelerazione gravitazionale (g) di un pianeta è data dalla formula:

$$g = G \frac{m}{r}$$

dove G è la costante di gravitazione universale, m è la massa del pianeta (satellite) e r è il raggio del pianeta (o satellite). Usa i valori qui di seguito per rispondere alle domande a) e b)

| | |
|---|---|
| $G = 6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ | |
| $r_{\text{Luna}} = 1737$ km | $m_{\text{Luna}} = 7.35 \times 10^{22}$ kg |
| $r_{\text{Terra}} = 6371$ | $m_{\text{Terra}} = 5.97 \times 10^{24}$ |

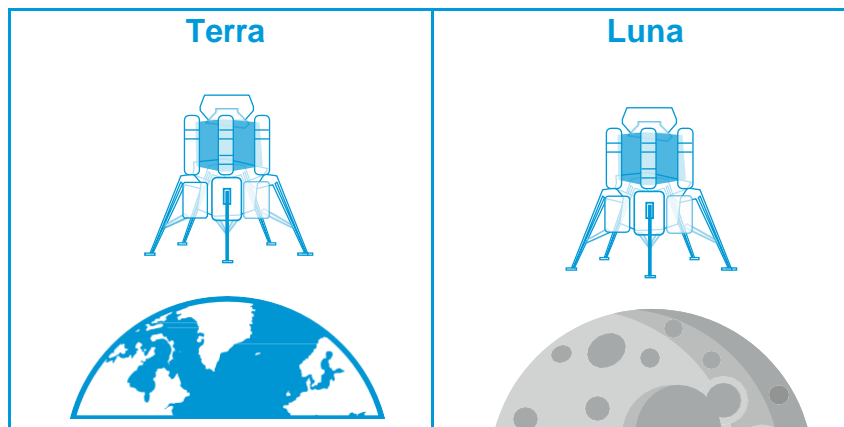
a) Calcolate l'accelerazione gravitazionale della Terra e della Luna.

| |
|----------------------|
| $g_{\text{Terra}} =$ |
| $g_{\text{Luna}} =$ |

b) usando la seconda legge del moto di Newton $F=m \times a$, calcolate la forza gravitazionale agente sul lander sulla Terra e sulla Luna.

| |
|-------------------------|
| $F_{g, \text{Terra}} =$ |
| $F_{g, \text{Luna}} =$ |

2. a) Disegnate le forze agenti sul lander, sulla Terra e sulla Luna.



b) spiegate il vostro diagramma di forze.

3. Cosa potresti cambiare per rendere il tuo lander più adatto ad un atterraggio sulla Luna? Spiega.

→ Links

Risorse ESA

Moon Camp Challenge
esa.int/Education/Moon_Camp

Animazione su come arrivare sulla Luna.
esa.int/Education/Moon_Camp/Travelling_to_the_Moon

Risorse educative ESA:
esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Progetti Spaziali

SMART-1
<http://sci.esa.int/smart-1>

HERACLES
esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Exploration/Landing_on_the_Moon_and_returning_home_Heracles

Informazioni aggiuntive

ESA's Moon interactive guide
<http://lunarexploration.esa.int/#/intro>

Come usare il programma Tracker (in inglese)

Tutorial 1
youtube.com/watch?v=Jhl-_glSE6o

Tutorial 2
youtube.com/watch?v=ibY1ASDOD8Y

→ Appendice 1

Attività 1 – Costruire un lander lunare

Costi obbligatori:

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Training dell'astro-uovo | 300 milioni € |
| Costo del lancio | 1 milione € per grammo |

Materiali:

| | |
|-----------------------------|---------------|
| 1 foglio di carta A4 | 50 milioni € |
| 1 cannuccia | 100 milioni € |
| 1 marshmallow | 150 milioni € |
| 1 bastoncino di lecca lecca | 100 milioni € |
| 1 busta di plastica | 200 milioni € |
| 1 m of nastro | 100 milioni € |
| 1 m of scotch | 200 milioni € |
| 1 palloncino | 200 milioni € |

→ Appendice 2

Attività 2 - Test del modulo lunare

| Nome del lander | Altezza del lancio (m) | Distnaza dal bersaglio (cm) | Costo (milioni €) |
|-----------------|------------------------|-----------------------------|-------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

→ APPENDICE 3

Attività 2 - Test del modulo lunare

Questa parte dell'Esercizio 2 può essere fatta come dimostrazione o come continuazione delle attività di gruppo a seconda della disponibilità o meno di computer o smartphone nella classe.

Userete programmi di analisi video del movimento per studiare la discesa e l'atterraggio. Ci sono diversi strumenti di questo tipo disponibili in rete – alcuni gratuiti, altri che richiedono l'acquisto di una licenza. Suggeriamo i seguenti:

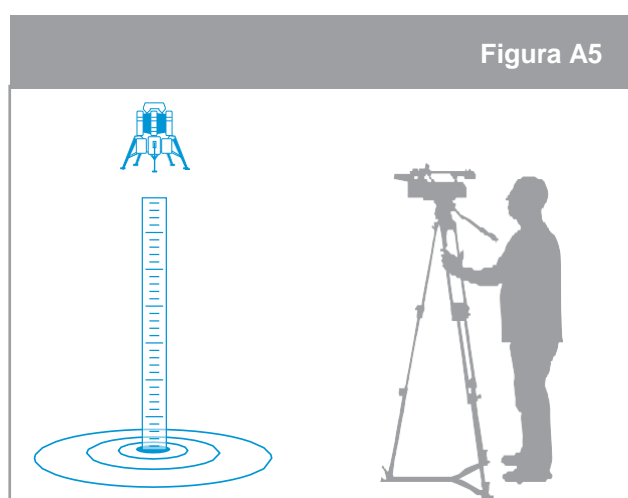
- il “*Tracker program*”, scaricabile gratuitamente dall'indirizzo <http://physlets.org/tracker/> e particolarmente adatto all'uso su un computer

- L'app “*Video Physics*” combinato a “*Graphical*” (entrambi disponibili sia per iOS che per Android) sono invece ideali per tablet o smartphone.

Potete eseguire l'esperimento e distribuire un singolo set di dati agli studenti, oppure loro stessi possono analizzare ciascun lancio individualmente.

Preparazione

1. Fissate un'asta graduata come riferimento vicino al sito di atterraggio
2. Posizionate la videocamera in modo che il sito di atterraggio e l'asta siano nella stessa inquadratura
3. mantenete la videocamera stabile durante la ripresa. Possibilmente usate un treppiede
4. Quando fate cadere il lander, assicuratevi che sia alla stessa distanza dell'asta dalla videocamera



↑ Rappresentazione della preparazione.



↑ Esempio di lancio e di analisi video.

5. Tracciate il lander nel vostro programma selezionando i punti manualmente.
6. Salvate i dati.

Esempio di set di dati per il lancio.

| Tempo (s) | Spostamento y (m) | Velocità y (m/s) |
|------------------|--------------------------|-------------------------|
| 0.000 | 1.84 | -0.406 |
| 0.067 | 1.82 | -0.547 |
| 0.100 | 1.79 | -0.843 |
| 0.133 | 1.76 | -1.148 |
| 0.167 | 1.71 | -1.453 |
| 0.200 | 1.66 | -1.748 |
| 0.233 | 1.60 | -2.096 |
| 0.267 | 1.52 | -2.420 |
| 0.300 | 1.44 | -2.725 |
| 0.333 | 1.34 | -3.006 |
| 0.367 | 1.24 | -3.274 |
| 0.400 | 1.12 | -3.638 |
| 0.433 | 0.99 | -3.931 |
| 0.467 | 0.86 | -4.123 |
| 0.502 | 0.71 | -4.428 |
| 0.535 | 0.51 | -4.734 |
| 0.568 | 0.40 | -4.877 |
| 0.602 | 0.22 | -4.623 |
| 0.668 | 0.00 | -0.798 |
| 0.702 | 0.03 | 0.457 |
| 0.735 | 0.06 | 0.614 |
| 0.768 | 0.08 | 0.386 |
| 0.802 | 0.08 | 0.135 |
| 0.835 | 0.08 | 0.066 |
| 0.868 | 0.08 | 0.115 |
| 0.902 | 0.09 | 0.207 |
| 0.935 | 0.10 | 0.151 |
| 0.968 | 0.10 | -0.019 |
| 1.002 | 0.10 | -0.125 |
| 1.035 | 0.09 | -0.201 |
| 1.068 | 0.08 | -0.294 |
| 1.102 | 0.07 | -0.375 |
| 1.135 | 0.06 | -0.426 |